UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1961 N° 98

APPORTS DE LA TÉLÉVISION EN RADIOLOGIE

Travail du Centre Anti-Cancéreux

Directeur : Professeur MARQUÈS

THÈSE

POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

Présentée et soutenue publiquement en Octobre 1961

PAR

PAUL JACQUES FOURNIER

Membres du Jury	MM. MARQUES	Président	
	AUVERGNAT	Assesseurs	
	BRU		
	PONS		
	DOUSTE BLAZY	Suppléant	

Imp. PONTNAU, 6, rue du Canard - Toulouse

1961

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546524_0108

Apports de la Télévision en Radiologie

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1961 N° 98

APPORTS DE LA TÉLÉVISION EN RADIOLOGIE

Travail du Centre Anti-Cancéreux

Directeur : Professeur MARQUÈS

THÈSE

POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

Présentée et soutenue publiquement en Octobre 1961

PAR

PAUL JACQUES FOURNIER

Membres du Jury	MM.	MARQUES	Président
		AUVERGNAT	Assesseurs
		BRU	
		PONS	
		DOUSTE BLAZY	Suppléant

Imp. PONTNAU, 6, rue du Canard - Toulouse

1961

UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACI

TABLEAU DU PERSONNEL

Doyen.	MM.	LAZORTHES.	
Assesseur.		CADENAT.	
Doyens honoraires.		GORSE, CALVET, LEFEBVRE, BRUSTIER.	
Professeurs honoraires.	MM.	VALLOIS, CLERMONT, DUCUING, RIBAUT, NA TAPIE.	

SECTION MÉDECINE

PROFESSEURS

Clinique médicale	MM.	MÉRIEL. GADRAT.
Clinique chirurgicale et Gynécologique		FABRE (P.).
Clinique chirurgicale et du Cancer		GRIMOUD.
Clinique chirurgicale infantile et Orthopédie		VIRENQUE.
Clinique des Maladies cutanées et syphilitiques		BAZEX.
Clinique des Maladies de la Tuberculose et Pathologie interne		MOREL.
Clinique des Maladies des Voies urinaires		LHEZ.
Clinique médicale infantile et Puériculture		SOREL.
Clinique de Neurologie et Psychiatrie		RISER.
Clinique obstétricale		GUILHEM.
Clinique odonto-stomatologique		CADENAT (E.).
Clinique ophtalmologique		CALMETTES.
Clinique O.R.L. et de Chirurgie maxillo-faciale		CALVET.
Clinique traumatologique des membres		RIEUNAU.
Accouchement et obstétricie sociale		PONTONNIER.
Anatomie		LAZORTHES.
Anatomie appliquée		POULHÈS.
Anatomie pathologique		FABRE (J.).
Bactériologie, Hygiène et Médecine sociale		ANDRIEU.
Chimie biologique		VALDIGUIÉ.
Electro-Radiologie		MARQUÈS.
Embryologie générale		BROUSSY.
Histologie		BIMES.
Hydrologie thérapeutique et Climatologie		DARNAUD.
Médecine Légale et du Travail		PLANQUES.
Médecine Sociale		BONHOURE.
Parasitologie		BOUISSET.
Pathologie chirurgicale		DAMBRIN.
Pathologie générale et Médecine expérimentale		SENDRAIL.
Physico-Chimie		AUVERGNAT.
Physiologie		
Physiologie appliquée et Pharmacologie		BAISSET.
Physique biologique et médicale		BUGNARD.
Propédeutique médicale		GÉRAUD.
Thérapeutique		DARDENNE.

PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL

Anatomie générale et comparée	MM.	COULOUMA.
Pathologie générale		LAPORTE (I.).
Bactériologie	M^me^	ENJALBERT.

PROFESSEURS SANS CHAIRE

Physiologie	MM.	LAPORTE (Y.)
Biochimie médicale		DOUSTE-BLAZY.
Physique médicale		BRU.

MAITRES DE CONFÉRENCES AGRÉG

Anatomie pathologique	MM.	BOUISSOU.
Histologie et embryologie		PLANEL.
Parasitologie		RUFFIÉ (J.)
Physiologie		MONTASTRU

AGRÉGÉS

Pathologie médicale	MM.	MONNIER. RIBAUT. DELAUDE. CALAZEL.
Pathologie chirurgicale		ENJALBERT. FICAT. PASQUIÉ. SOUQUET.
Médecine Légale		GRÈZES-RUI
Odontostomatologie		CADENAT (E
Pédiatrie		BARDIER.
Rhumatologie		RUFFIÉ (R.

AGRÉGÉS LIBRES

Anatomie	MM.	THOMAS.
Ophtalmologie		DÉODATI.
O.R.L.		CLAUX.
Pathologie chirurgicale		DIEULAFÉ.

SECTION PHARMACIE

PROFESSEURS

Botanique et cryptogamie	M^me^	DULUCQ-MA
Chimie analytique, Toxicologie et Hygiène industrielle	MM.	BOURBON.
Chimie pharmaceutique		BLANC.
Histoire naturelle		
Matière médicale		VINCENT.
Pharmacie chimique et pharmacodynamie		CAUJOLLE.
Pharmacie galénique		STANISLAS.

PROFESSEURS A TITRE PERSONN

Pharmacie	M.	COUTURIER

PROFESSEURS SANS CHAIRE

Sciences naturelles	M.	ROUX.
	M^lle^	MEYNIER.

MAITRES DE CONFÉRENCES AGRÉ

Microbiologie	MM.	BREUILLAU
Sciences physiques		PITET.

PERSONNEL ADMINISTRATIF

Secrétaire principal	MM.	ROCHE.
Secrétaire		BERRUT.

La Faculté déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.
(Délibération en date du 12 mai 1891.)

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

A MON PÈRE

Docteur Henri FOURNIER

Ancien Electro-Radiologiste des Hôpitaux du Maroc,
Ancien Directeur du Centre Bergonié du Maroc,

Qu'il voit dans ce travail le résultat des sacrifices qu'il s'est volontairement imposé pour moi.

A MA MÈRE

Faible témoignage de ma reconnaissance et de mon profond amour filial.

A MON GRAND-PÈRE

Docteur Fernand FERRIOL

Médecin honoraire de la Santé Publique au Maroc,

Sa grande bonté et son infatigable activité resteront toujours pour moi un exemple.

Qu'il trouve dans ce travail le faible témoignage de ma profonde affection et de mon admiration.

A MA GRAND-MÈRE

A MA SŒUR

A MA FIANCÉE

Avec toute ma tendresse.

A NOTRE MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR PIERRE MARQUÈS

Professeur d'Electro-Radiologie,
Electro-Radiologiste des Hôpitaux,
Directeur du Centre Anticancéreux.

Après nous avoir fait le grand honneur de nous accepter comme élève, vous nous avez accueilli dans votre Service.

Vous nous avez confié la réalisation de ce travail et aidé de vos précieux conseils.

Nous avons envers vous une gratitude particulière pour la bienveillance que vous nous avez témoigné. Puissiez-vous trouver ici l'expression de notre respectueux attachement.

A NOTRE JURY DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR ROGER AUVERGNAT

Professeur de Physico-Chimie.

Soyez assuré de notre respectueuse reconnaissance pour le très grand honneur que vous nous faites en acceptant de juger notre travail.

MONSIEUR LE PROFESSEUR ANDRÉ BRU

Professeur à la Faculté.
Radiologiste du Centre Anticancéreux.

Qui nous a toujours accueilli avec sympathie et dont les conseils bienveillants ont été pour nous le plus sûr des guides.

Qu'il nous soit permis de lui exprimer ici notre admiration et nos humbles remerciements.

MONSIEUR LE DOCTEUR HENRI PONS

Electro-Radiologiste des Hôpitaux,
Chargé de cours à la Faculté.

Que nous remercions vivement pour l'enseignement qu'il nous a donné.

Il nous a toujours accordé une bienveillante attention.

Qu'il soit assuré de notre gratitude pour avoir bien voulu accepter de siéger à notre thèse.

MONSIEUR LE PROFESSEUR LOUIS DOUSTE-BLAZY

Professeur de Biochimie médicale.

Nous le remercions pour la spontanéité et la gentillesse avec lesquelles il a bien voulu être notre juge.

A MONSIEUR LE DOCTEUR PIERRE COMBES

Chef de Clinique,
Assistant d'Electro-Radiologie.

En remerciement pour l'obligeance avec laquelle vous nous avez donné de précieux conseils et la part que vous avez prise dans la réalisation de ce travail.

A NOS MAITRES
DE LA FACULTÉ ET DES HOPITAUX DE BORDEAUX

A MONSIEUR LE DOCTEUR CHARLES WANGERMEZ

Ancien Professeur Agrégé de la Faculté de Bordeaux,
Directeur adjoint de la Fondation Bergonié.

Qui nous accueillit et nous apporta un appui précieux.

Qu'il trouve dans ce travail l'expression de notre vive reconnaissance.

AUX MÉDECINS
DU CENTRE HOSPITALIER DE TARBES

MONSIEUR LE DOCTEUR ROUVIÈRE,
MONSIEUR LE DOCTEUR TURON,
MONSIEUR LE DOCTEUR POUCHE,
MONSIEUR LE DOCTEUR ADAM.

En reconnaissance de l'année passée dans leur Service.

A MES CAMARADES DU CENTRE ANTICANCÉREUX
A MES AMIS FRANÇAIS ET MAROCAINS

Nous remercions particulièrement M. Cagnou, M. Rigot et les Etablissements Massiot-Philips pour toute l'aide qu'ils nous ont apportée dans l'élaboration de ce travail.

IN MEMORIAN

A MONSIEUR LE PROFESSEUR GEORGES RECHOU

Professeur de la Faculté de Médecine de Bordeaux,
Directeur de la Fondation Bergonié.

A MONSIEUR LE DOCTEUR ÉMILE SPEDER

Electro-Radiologiste des Hôpitaux de Bordeaux,
Directeur du Centre Bergonié du Maroc.

Qui nous ont entouré de leur affection et auxquels nous devons d'avoir choisi la voie de la Radiologie.

INTRODUCTION

L'adaptation des chaînes de télévision au matériel radiologique marque une étape importante dans l'évolution de la radiologie.

Avec la roentgentélévision, le radiodiagnostic est entré dans une ère nouvelle dont le profit sera considérable pour les techniques médicales.

L'amplificateur de brillance est à l'origine de cette révolution qui amène le radiologue dans le domaine nouveau de la cinématique.

Ce rappel de l'étude du mouvement, négligé par le radiologiste par suite de moyens insuffisants qu'il avait à sa disposition, l'entraîne à modifier sa conception de l'examen radiologique. Il bouleverse non seulement notre technique routinière, mais change la valeur respective des différentes phases de l'examen.

Il est nécessaire de connaître les possibilités de cette technique née des progrès de l'électronique au cours de ces dix dernières années.

Dans ce travail, nous nous proposons de montrer quels peuvent être les apports et l'intérêt de la Roentgentélévision en radiologie.

PLAN DE TRAVAIL

Nous envisagerons les chapitres suivants :

Chapitre I.

HISTORIQUE du développement de la Roentgentélévision qui nous amènera à connaître les différents types d'appareils utilisés actuellement, avec leurs caractéristiques.

Chapitre II.

PRINCIPE de la transmission à distance des images radioscopiques qui est basé sur celui de la télévision ordinaire.

Chapitre III.

ÉQUIPEMENT et TECHNIQUES D'UTILISATION d'une installation de télévision en radiologie, comprenant la scopie télévisée avec ses deux applications, l'enregistrement cinématographique par kinescope et la téléphotoradiographie.

Chapitre IV.

VALEUR DU RADIODIAGNOSTIC TÉLÉVISÉ avec les qualités de l'image (brillance, contraste, définition) et l'économie de dose « r ».

Chapitre V.

INDICATIONS de la roentgentélévision :

— d'une part, pour le radiodiagnostic,
— d'autre part, pour le contrôle radiologique per-opératoire et radiothérapique.

Chapitre VI.

CONCLUSIONS et PERSPECTIVES D'AVENIR.

Nous conclurons sur les possibilités actuelles et les perspectives d'avenir que nous offre le téléradiodiagnostic.

HISTORIQUE
DE LA ROENTGEN-TÉLÉVISION

Les recherches sur la transmission à distance des images radiologiques sont très rapprochées de notre époque. Une trentaine d'années séparent les essais du Français Dauvilliers sur la « Radiographie intégrale » de la première véritable télétransmission radiologique réalisée aux U.S.A. en 1948 par Morgan avec une caméra « Image Orthicon ».

Les différentes étapes de la télévision radiologique peuvent se rapporter aux progrès successifs réalisés en physique électronique, d'une part dans la mise au point de systèmes capteurs d'images que sont les caméras de télévision; d'autre part, dans la création de tubes électroniques à la fois transformateurs et renforçateurs d'images radioscopiques que sont « les amplificateurs de Brillance ».

La réalisation de tels circuits électroniques n'a été possible que par l'application industrielle d'éléments nouveaux intervenus en optique électronique à la fin du siècle dernier. Ces phénomènes physiques concernent les modifications de la structure de la matière qui se produisent à l'échelon atomique ou moléculaire sur certains corps soumis à des excitations extérieures de nature corpusculaire :

— On sait maintenant que des photons ou des électrons à grande vitesse déterminent sur certains corps, en particulier les métaux alcalins ou alcalino-terreux, soit une émission de lumière, soit des phénomènes électriques et de conductibilité. Suivant l'agent corpusculaire excitateur, les phénomènes suivants peuvent se manifester et intervenir dans les systèmes de roentgentélévision :

1. la radioluminescence : que nous utilisons en radiologie depuis la découverte de Roentgen il y a soixante ans;

2. la photoluminescence : connue depuis longtemps sous le nom de fluorescence, n'ayant pu être expliquée avant la découverte des électrons par Thomson en 1897;

3. l'effet photo-électrique interne ou externe : ... En 1873, May découvrit la propriété remarquable du Sélénium dont

la résistance varie selon l'intensité de la lumière qui le frappe, c'est ce qu'on appelle l'effet photo-électrique interne. Il réalisa alors la première cellule photo-électrique qui permet de traduire les variations de la lumière ambiante par des variations d'intensité de courants. Quelques années plus tard, on découvrit que certaines substances comme le césium émettent des électrons en grande quantité lorsqu'elles sont soumises à la lumière (effet photo-électrique interne). On apprit également à rendre ces substances particulièrement actives (à les activer) en les soumettant à un traitement superficiel et à les utiliser à la construction de cellules photo-électriques. Ces nouvelles cellules, dont le principe repose sur l'effet photo-électrique externe, sont exemptes d'inertie, ce qui les distingue des cellules photo-résistantes au sélénium, et permettent ainsi de capter les différentes luminances de l'image.

En 1884, Paul Nipkov indiqua le procédé qui devait mener à la télévision actuelle : toute image peut être décomposée en une succession de lignes les unes au-dessous des autres et chaque ligne en un grand nombre de points diversements éclairés. Les premiers essais de télévision furent alors obtenus en analysant l'image par la roue de Nipkov et en transformant les différentes luminances des points de l'image en un courant modulé par une cellule photo-électrique. Le problème de la transmission à distance des images ordinaires étant résolu, de grands perfectionnements y furent apportés par les savants après la première guerre mondiale. Les cellules photo-électriques furent remplacées par des tubes analyseurs de plus en plus sensibles.

En 1920 : le tube dissecteur dont l'invention est due à Farnsworth, fut le premier instrument qui réalise à la fois l'analyse de l'image et la conversion des luminances en des variations d'intensité de courant.

En 1923 : Zworykin prit, pour la première fois en Amérique, un brevet relatif à un tube à accumulation dans lequel l'énergie de tous les électrons libérés par une photo cathode pouvait être conservée, au moins en partie, jusqu'au moment où l'exploration d'un élément particulier s'effectuait. Son Iconoscope présentait une sensibilité environ 1000 fois supérieure à celle du tube dissecteur.

En 1936 : Lubszinsky et Rodda prenaient, en Grande-Bretagne, le brevet d'un nouveau tube de prises de vues aquel ils donnaient le nom de « super-émitron, ou super-iconoscope ». Il se distingue de l'iconoscope ordinaire par le fait qu'il ne réalise pas directement l'exploration de l'image électronique obtenue par projection de l'image opti-

que sur une photo cathode en forme de mosaïque, mais que cette image électronique est d'abord projetée sur une autre électrode où elle se trouve agrandie (principe de l'image intermédiaire). La sensibilité du super-iconoscope était environ dix fois plus élevée que celle de l'iconoscope ordinaire.

En 1939 : Iams et Rose mirent au point un nouveau tube analyseur, l' « Orthicon », d'une sensibilité double du précédent.

Dans le cas du super-iconoscope, les possibilités théoriques d'accumulation n'étaient utilisées que pour 5 à 10 %, à cause de l'émission secondaire accompagnant l'exploration de la mosaïque par le pinceau explorateur. Dans l'Orthicon, un balayage de la photo cathode par un pinceau d'électrons lents évite cette émission secondaire.

En 1945, Rose, Loew et Weiner réalisèrent le tube « image orthicon » qui est le plus perfectionné de tous les tubes dont le fonctionnement repose sur l'effet photo-électrique externe. Son principe est le même que celui de l'orthicon, mais l'adjonction d'un multiplicateur d'électrons augmente sa sensibilité qui est 1000 fois plus grande que le précédent. Cet appareil hypersensible a un seuil de sensibilité de 1/10 Lux.

Ainsi, en 20 ans, la sensibilité des tubes était donc passée de 1 pour le tube Farnsworth, à 1 500 000 pour l'image Orthicon. Le fonctionnement de tous ces appareils était basé sur l'effet photo-électrique externe ou photo émissif, libérant des électrons libres des cibles sensibles par l'action de la lumière.

Durant cette première moitié du XX^{e} siècle, si la télévision des images ordinaires avait été mise au point, par contre les recherches sur la transmission des images radiologiques à distance s'étaient soldées par des échecs.

En 1928 : Dauvillers reprit ses premiers travaux réalisés avec P. Ledoux-Lebard en 1915, sur la radiographie intégrale. Il utilise alors comme système récepteur le tube de Braun, et comme système détecteur le téléphote ou radiophote. Les résultats furent insuffisants.

Par la suite, devant les perfectionnements apportés aux caméras de télévision, les physiciens et radiologues essayèrent d'appliquer ces nouveaux progrès de l'électronique à la radiologie.

Leurs essais avec les tubes « Iconoscope » et « Super-Iconoscope » n'eurent aucun succès en téléradiologie : En 1949, le Pr Janker, de Bonn, avec le Super-Iconoscope, le

seul appareil dont il disposait, ne peut obtenir que la silhouette radiologique de pièces métalliques.

La raison de ces échecs était due à la faible luminance de l'écran radioscopique de l'ordre de 0,0001 à 0,01 Millilambert; cette faible lumière ne pouvait atteindre le seuil de sensibilité de la photo cathode du tube analyseur. Il faut attendre la mise au point du tube hypersensible « image orthicon » pour que Morgan, Johnson et Sturm réalisent aux U.S.A., en 1948, la première véritable télétransmission radiologique en utilisant ce tube avec un écran radioscopique.

A la même époque, Moon, de Chicago, avait mis au point la télé-transmission radioscopique par le balayage direct du champ examen avec un faisceau mobile de rayons X. L'image formée sur un écran de tungstate de cadmium était ensuite reprise et rétablie par conversion électronique, puis reproduite sur kinescope.

En 1954 : Janker fit, de son côté, les mêmes expériences avec un tube « orthicon »; il obtenait la transmission d'une main et d'un fantôme de crâne.

On pouvait dire à la suite de ces expériences que le procédé était réalisable mais seulement à l'échelon scientifique, car l'expérience se limitait, si l'on voulait respecter les constantes radioscopiques, aux petites articulations et à la région sus-diaphragmatique. De plus, elle nécessitait un matériel onéreux, fragile et peu maniable qui ne pouvait être attribué à la clientèle privée.

– La fragilité et les difficultés de réalisation de ces tubes « image Orthicon », orientèrent les chercheurs vers l'utilisation des phénomènes de photo-conductibilité (effet photo-électrique interne), des couches sensibles.

Dans les recherches de ces tubes photo-conducteurs, il faut citer les travaux de Zworykin, aux U.S.A., du Dr Heimann en Allemagne, ainsi que les essais, en France, du Professeur Lallemand et de Jean Massiot.

En 1951 : En Amérique, R.C.A. sortit les premiers tubes à photo-conductibilité sous le nom de « Vidicon ». Ils furent reproduits en Angleterre et en Allemagne sous les noms respectifs de « Staticon » et « Resistron », avec de légères différences dans la conception du principe et de la nature de la couche sensible.

Les nouveaux tubes de fabrication et d'utilisation faciles équipèrent les caméras de télévision dès 1953, mais ce n'est que vers 1955 que les chaînes de télévision industrielles sortirent des laboratoires pour entrer dans le domaine commercial.

La sensibilité de ces tubes était bien inférieure à celle de l'image « Orthicon »; leur seuil de sensibilité était de 1 à 10 lux. S'ils étaient suffisamment sensibles aux lumières du jour, ils ne pouvaient faire espérer une solution au problème de la roentgentélévision.

Mais, simultanément, à la mise au point de ces tubes « Vidicon », se réalisait celle de l'amplificateur de brillance qui permettait, par des conversions et amplifications successives, d'obtenir une image radiologique linéairement réduite mais plus brillante que l'image d'origine.

En 1940 : Irving Langmuir, du Laboratoire de Recherches de la General Electric, fut un des premiers à imaginer un tube spécial pour amplification de l'image radioscopique.

En 1947 : Negre et Andouse prirent le brevet d'un tube composite de Roentgentélévision qu'ils ne purent construire.

En 1950 : l'amplificateur sortit de sa phase expérimentale.

En 1951 : la Westinghouse réalise le premier « ampli ».

En 1953 : les laboratoires d'Eindhoven (Philips) purent produire commercialement un amplificateur de 13 cm.

Les Laboratoires Massiot sortirent leurs premiers tubes la même année.

La forte brillance de l'amplificateur permettait de franchir le seuil de sensibilité des nouveaux tubes à cible photoconductrice.

En mars et avril 1955 : M. Noix, avec l'Ingénieur Crovella et J. Dourdeau, effectua le premier jumelage en associant un amplificateur de 13 cm à une caméra Vidicon « Dervaux », à balayage spiralé.

Au cours de ces expériences de roentgentélévision, ils réussirent la transmission d'une main et d'une déglutition.

La diffusion de ce procédé fut rapide et des démonstrations de très bonne qualité furent ensuite effectuées :

En octobre 1955 : aux Journées Radiologiques de Paris, celle de Jean Massiot avec le matériel Thomson-Houston et amplificateur Massiot.

En novembre 1955 : A Lyon, celle de G. Minot, avec amplificateur Philipps et caméra Vidicon de sa conception, reproduite en décembre 1955 à l'Hôpital Lariboisière.

Vers la même époque, en octobre 1955, se situe à Londres la présentation du Docteur Stephenson, avec une caméra Marconi à tube Staticon jumelé à un amplificateur de brillance Philipps.

Depuis cette époque, de multiples démonstrations furent organisées soit au cours de congrès, comme les Entretiens de Bichat, soit dans certains Services hospitaliers qui s'équipèrent ensuite en Roentgentélévision. Nous citerons l'ins-

tallation de l'hôpital Franco-Musulman près de Paris; le Service du Docteur Mallet Guy, à Lyon, qui fut le premier à l'utiliser en chirurgie vésiculaire et le Centre de Curiethérapie de Paris qui l'appliqua au centrage des malades.

Le jumelage amplificateur de brillance-caméra Vidicon entrait donc lentement dans la pratique, mais la région sous-diaphragmatique restait un obstacle sérieux pour les malades corpulents et le champ de 13 cm de l'amplificateur ne permettait qu'une exploration fragmentée des grands segments du corps de l'adulte.

— Le jumelage de la chaîne Orthicon avec amplificateur de brillance est possible, le gain de dose X est alors considérable. Tous les organes opacifiés peuvent être obtenus facilement.

En mars 1956 : Janker, avec la collaboration de l'Ingénieur Siepman de la Fernesch G.M.B.M., réussit à transmettre des images viscérales avec une caméra image Orthicon jumelée à un amplificateur.

En octobre 1957 : Noix et Truchot présentèrent à la clinique neurologique du Professeur Fey, les images d'un examen complet de l'appareil urinaire opacifié par voie intraveineuse, avec des constantes radiologiques très faibles de l'ordre de 60 KV de 1 mA.

Ce jumelage fut aussi préconisé par le Professeur Lindblom, de Stockholm, qui l'appliqua à la recherche des calculs rénaux et urétéraux, et par Morgan, qui reste fidèle au matériel de ses premiers essais.

Cet équipement comporte certains inconvénients :

— prix de revient élevé,

— maniabilité difficile due à l'encombrement et au poids de la caméra,

— utilisation demandant la présence presque obligatoire d'un technicien pour des réglages fréquents,

— fonctionnement défectueux de la caméra en position verticale,

— enfin, la vie de l'Orthicon est assez brève, de l'ordre de 300 heures.

Pour ces raisons auxquelles s'ajoutèrent les améliorations progressives survenues dans l'abaissement des seuils de sensibilité des tubes « Vidicon », rapprochant leurs performances de celles des chaînes Orthicon, les caméras « Vidicon » furent préférées à ces dernières, à cause de leur robustesse, de leur prix abordable et de leur maniabilité.

Parallèlement, de nouveaux perfectionnements furent

apportés dans la réalisation des tubes « amplificateur de brillance », éléments indispensables de la télévision radiologique. Les premiers tubes sortis en 1954 possédaient un champ de 11 à 12 cm et un gain de luminance de l'ordre de 1000. Les laboratoires sortirent par la suite des tubes de 16 et 22 cm, avec un gain de luminance de 1 500 à 3 000.

Le jumelage « Amplificateur chaîne Vidicon » constitue actuellement le matériel de choix des montages de Roentgentélévision et équipèrent plusieurs installations privées dès 1959.

— A l'heure actuelle, les radiologues ont à leur disposition deux types de caméra :

— l'une avec le tube analyseur « Image Orthicon »,

— l'autre avec le tube analyseur « Vidicon ».

La première est du même type que celle utilisée par les chaînes nationales de tous les pays. Le tube « image orthicon » est le plus perfectionné et le plus sensible des tubes analyseurs. Il est actuellement le seul qui permette la reprise de l'écran radioscopique aux constantes conventionnelles à l'exception des régions sous-diaphragmatiques.

Son jumelage avec l'amplificateur de brillance a été utilisé par quelques radiologues; malgré ses performances, il présente des inconvénients qui ne répondent pas aux exigences des examens de routine journalière d'un service hospitalier. C'est pourquoi les caméras utilisées habituellement sont celles du type « Vidicon » dites « industrielles » et jumelées avec l'amplificateur.

PRINCIPE D'UN ENSEMBLE DE ROENTGEN-TÉLÉVISION

A priori, la méthode la plus simple consisterait à placer une caméra de télévision dans l'axe optique de l'écran radioscopique normal. Ce n'est toutefois pratiquement pas possible, la luminance des écrans étant insuffisante, même en utilisant une caméra munie d'un tube hypersensible (Orthicon). Le fonctionnement très délicat de celui-ci en serait défectueux, car l'appareil se trouverait alors à la limite de ses possibilités, c'est-à-dire au seuil de sa caractéristique. De plus, il faudrait un équipement puissant travaillant avec les dangers d'irradiation inhérents à ces régimes.

La pensée vient immédiatement d'employer l'intensificateur électronique pour obtenir une image de luminance suffisante, permettant d'atteindre le seuil de sensibilité du tube analyseur d'une caméra de télévision, spécialement adaptée aux besoins médicaux.

Schématiquement, le dispositif de roentgen-télévision comporte un amplificateur de brillance couplé avec une caméra de télévision de type industriel munie d'un tube « Vidicon ».

Dans un premier temps nous considèrerons le cas de l'intensificateur des images radioscopiques, ensuite celui de la transmission à distance des images radioscopiques amplifiées.

I. AMPLIFICATEUR DE BRILLANCE

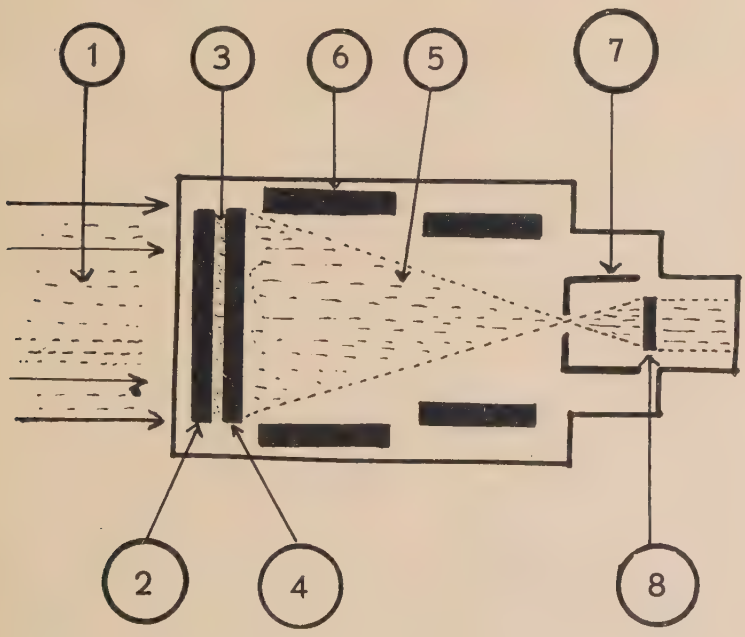
C'est un tube électronique d'un type particulier qui produit et amplifie l'image radioscopique. Examinons succinctement son fonctionnement. La figure ci-contre donne le schéma de principe. Soulignons que tous les éléments constitutifs sont inclus dans un tube de verre dans lequel le vide le plus rigoureux a été réalisé.

Les photons X (1) ayant le foyer du tube à rayons X comme origine, viennent frapper un écran fluorescent (2) dont la dimension peut varier de 11 à 22 cm. Du choc nais-

sent des photons lumineux (3), comme sur un écran de scopie. Sur ces photons qui ont une énergie (mais pas de charge électrique), nous ne savons pas agir comme nous le faisons sur les électrons. Il convient donc de transformer ces photons en électrons. Cette opération est possible en utilisant les caractéristiques d'un dispositif dit « plaque photo conductrice ».

Si nous plaçons une telle plaque immédiatement derrière l'écran scopique (2), les photons lumineux de ce dernier

Schéma de principe d'un tube amplificateur



(1) Photons.
(2) Premier écran fluorescent.
(3) Photons lumineux.
(4) Plaque photo-conductrice.
(5) Photo-électrons.
(6) Bobine d'accélération.
(7) Bobine de focalisation.
(8) Deuxième écran fluorescent.

feront produire à la plaque photo conductrice, des photo-électrons (5). L'émission photo-électronique qui naîtra sera proportionnelle en chaque point de son champ, à l'intensité d'énergie du rayonnement incident (3) ; qui est lui-même proportionnel au rayonnement X (1).

Sur ces photo-électrons de la plaque photo-conductrice, nous savons agir. Nous allons les améliorer et les concentrer de façon à leur faire bombarder intensément un petit écran fluorescent de 2 cm de diamètre (8).

Sur cet écran, le bombardement donne naissance à une image d'une extrême luminance. L'accélération des électrons se fera en créant une différence de potentiel de 25 KV, entre la plaque photo-conductrice (4) chargée négativement et le petit écran fluorescent (8) formant le pôle positif. Leur concentration et déflexion se feront à l'aide des électrodes placées en (6) et (7).

— Ce tube présente deux caractéristiques importantes : gain en luminance et définition de l'image.

1° Les bons amplificateurs actuels ont des gains en luminance compris entre 1 500 et 3 000. On appelle gain en luminance d'un tube amplificateur le rapport entre la luminance moyenne de l'image donnée par un bon écran de scopie et celle de l'image amplifiée se formant sur la photo cathode dans les mêmes conditions d'irradiation par les rayons X : même Kv et mA.

2° La définition d'un tube est plus grande sans sa partie centrale et diminue vers sa périphérie.

Dans les deux tiers centraux du tube, elle est maximum. Pour l'amplificateur de 13 cm, un réseau de 30 lignes par centimètre était visible. Les tubes actuels peuvent enregistrer 40 à 45 lignes par centimètre au centre et seulement 20 à 22 vers la périphérie, en raison des imperfections dans la concentration électronique dans cette partie du tube.

L'amplificateur fournit donc une image d'un pouvoir résolvant satisfaisant mais inférieur à celui d'une radiographie standard qui est de 60 à 80 lignes par centimètres.

II. TRANSMISSION A DISTANCE DES IMAGES RADIOSCOPIQUES

Avant d'entreprendre l'étude de la transmission à distance des images radiologiques, il est nécessaire, pour le développement de cet exposé, de rappeler le principe bien connu, de la télévision.

A. Analyse et transmission d'une image ordinaire

La télévision utilise simultanément les techniques de la typographie et du cinéma.

Une image plane peut être décomposée en un grand nombre de points diversements éclairés. C'est ainsi que les photos gravures imprimées nous apparaissent quand nous les observons sur un livre ou un journal à l'aide d'une loupe de moyenne puissance. Ces points peuvent être groupés en lignes régulières, sinusoïdales et spiralées.

Considérons le cas le plus simple et qui d'ailleurs est le plus couramment appliqué : une image rectangulaire peut être décomposée en un certain nombre de bandes ou de lignes droites régulièrement espacées. Chaque ligne droite prise individuellement présente, d'une extrémité à l'autre, un éclairement variable suivant les zones d'ombre et de lumière qu'elle traverse sur l'image. Elle peut être remplacée par une courbe qui traduit les variations de la lumière d'un bout à l'autre bout. Un mathématicien dirait que cette courbe analyse les niveaux de lumière en fonction de la longueur de la droite. Si on donne à un courant électrique une variation d'intensité suivant la même loi, il peut transporter à distance la fonction mathématique qui caractérise la variation de l'éclairement tout au long de cette ligne droite. Toutes les lignes équidistantes qui constituent l'image étant mises bout à bout et les variations de l'intensité lumineuse ayant été transformées en variation de l'intensité électrique, le courant transporte à distance, instantanément, un signal qui contient tous les détails de structure et d'éclairement de l'image analysée.

Imaginons maintenant à l'autre extrémité de la ligne électrique un appareil qui, agissant en sens inverse, transforme le signal électrique en un signal lumineux, suivant la même loi de variation des intensités; si cet appareil découpe en outre le signal en autant de fragments que fut découpée l'image originale, en lignes, et les regroupe au-dessous les uns des autres dans l'ordre rigoureux du découpage, l'image se trouve fidèlement reconstituée.

Pour la transmission des images animées, on sait d'autre part que l'illusion du mouvement peut, comme au cinéma, résulter de la succession rapide d'images grâce au phénomène dû à l'inertie rétinienne.

En télévision, on transmet donc successivement les différents points avec une rapidité qui satisfait nos organes de vision. En réalité, il n'y a qu'un point plus ou moins lumineux qui balaie à une allure qui ne nous est pas perceptible

la surface d'écran du téléviseur pour y restituer l'image. Les déplacements de ce spot lumineux sont rigoureusement synchronisés avec son homologue issu du tube analyseur de la caméra de prises de vues. L'image est complètement explorée en un ving-cinquième de seconde et reconstituée vingt-cinq fois par seconde devant l'œil qui observe le récepteur. Ainsi si l'objet bouge, cette succession rapide fait apparaître le mouvement sans aucune discontinuité ni saccade.

La qualité de l'image transmise est fonction de la finesse de la trame que constitue l'ensemble des lignes et est par conséquent directement proportionnelle au nombre de lignes. En principe, le standard français comportant 819 lignes est plus fin que le standard dit international de 625 lignes, mais sa réalisation est plus difficile et plus coûteuse.

B. Transmission des images radioscopiques

Ayant exposé très sommairement le principe de la télévision des images ordinaires, revenons à l'étude de la transmission des images en radiologie.

1. *Analyse de l'image « Tube Vidicon »*

L'image lumineuse donnée par l'amplificateur de brillance est ensuite analysée et transformée en un signal électrique par le tube analyseur de la caméra.

Nous décrions le schéma du fonctionnement du tube « Vidicon » qui est le plus utilisé.

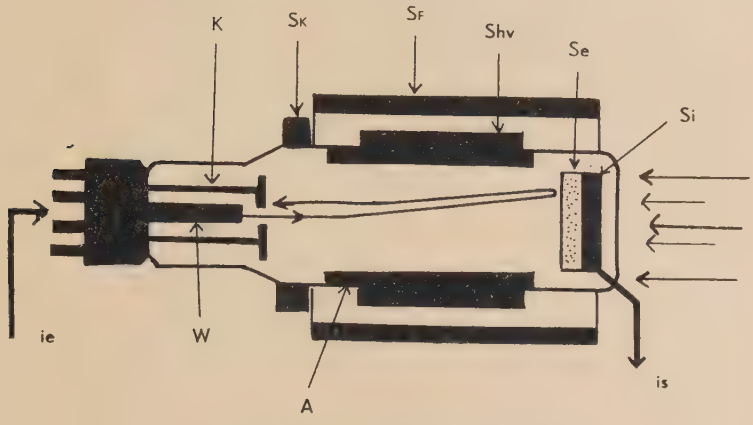
Le principe de ces tubes repose sur le phénomène photoconducteur (effet photo-électrique interne) : variation de conductibilité ou de résistivité de certains métaux ou métalloïdes comme le sélénium sous l'influence de la lumière.

Le Vidicon est constitué d'un tube de verre sous vide muni à une extrémité de la photo-cathode constituée par une électrode de signal transparent « Si » montée directement sur la paroi frontale du tube et sur laquelle une couche semi-conductrice « Se » (par exemple, couche de Sélénium) sensible à la lumière est déposée. L'électrode de Signal est reliée à la source d'une tension positive.

A l'autre extrémité du tube, un canon à électrons W formé d'un filament incandescent, émet un flux d'électrons.

Plusieurs anodes et électrodes percées d'un trou axial agissent sur leur vitesse et leur intensité en les concentrant en un pinceau très fin d'environ 0,011 mm de diamètre qui est focalisé sur la cible photo-conductrice.

Schéma d'un vidicon



COUPE LONGITUDINALE

W	projecteur d'électrons.
Se	couche de Sélenium.
Si	électrode de signal.
K	collecteur.
A	anode.
Shv	dispositif de déviation magnétique.
Sk	bobine de correction.
Sf	bobine de concentration.
is	courant de signal.
ie	courant dans le circuit extérieur.

D'autre part, ce faisceau d'électrons, soumis à deux champs magnétiques, oscillants et perpendiculaires provenant de deux jeux de bobines magnétiques situées à l'extérieur du tube, balaie sur la photo cathode une surface rectangulaire.

Ainsi l'exploration de l'électrode photo-conductrice est assurée par le pinceau d'électrons lents, émis par le canon W et qui revient au collecteur K après le balayage.

Lorsque l'image de l'amplificateur se trouve projetée par un objectif sur la photo-cathode, la couche semi-conductrice devient plus ou moins conductrice dans les parties claires de l'image et le potentiel positif, auquel l'électrode de signal est soumise, est plus ou moins bien transmise à la face de la couche qui est soumise à l'exploration. Lorsqu'il balaye de telles plages, le pinceau explorateur ne peut renverser son mouvement avant d'avoir abandonné assez d'électrons

pour que leur potentiel soit revenu à zéro. Le nombre de ces électrons dépend de la luminance de l'image à l'endroit considéré. Il définit un signal qui se transmet capacitivement à l'électrode « Si ». Ce courant, après avoir fourni la photo-électrode, « a donc une intensité modulée par la lumière : c'est le signal image ».

— Avant de terminer ce chapitre, il faut envisager deux points concernant le nombre de lignes du standard et le mode de balayage de l'image.

a) Une question se pose : En combien de lignes l'image doit-elle être découpée ? Suivant quel standard ?

En principe, l'image est d'autant plus fine que le nombre de lignes est grand, d'autant meilleure que le standard est plus élevé. Dans le domaine radioscopique, il n'est pas nécessaire de recourir à une définition aussi élevée que celle du standard français 819 lignes, car on est limité par le pouvoir séparateur de l'intensificateur.

Considérons le cas de l'amplificateur de 13,5 cm de diamètre, ayant au centre un pouvoir séparateur de 30 lignes par centimètre et en périphérie de 20 lignes.

Tenant compte du diamètre du champ de l'intensificateur, 13,5 cm, et supposant une définition constante égale à celle du centre de l'image, il faudrait pouvoir distinguer $30 \times 13,5$: 405 lignes, lignes noires et blanches. Le standard international à 625 lignes suffit donc amplement à l'analyse de l'image radioscopique et le standard français à 819 lignes n'apporte aucun avantage de définition. porte aucun avantage de définition. Ainsi, le standard 625 lignes, plus maniable et de réalisation courante, a été adopté.

b) D'autre part, pour éviter les effets de scintillement fort désagréables, un nouveau système de balayage est actuellement utilisé dans les caméras de télévision. C'est le balayage entrelacé de l'image (anglais: interlaced scanning) selon deux temps : d'abord les lignes impaires 1, 3, 5... puis les lignes paires 2, 4, 6, etc...

2. *Transmission et réception de l'image radioscopique*

Le courant modulé résultant de l'analyse de l'image intensifiée projetée sur la photo cathode du tube « Vidicon », est ensuite amplifié et transmis à distance jusqu'au tube récepteur; ce courant transporte le signal image.

Ce signal de vision, qui nous l'avons vu précédemment, traduit la valeur de luminance d'un point, mais ne le situe pas dans l'image examinée. Il faut établir un synchronisme

rigoureux entre les balayages des organes de prises de vues et de réception. Cette relation est obtenue à l'aide de signaux appelés « Synchronisation » dans le récepteur et qui sont superposés à ceux dits de « Suppression » déterminant le temps de balayage du tube analyseur.

A leur tour, indiquons pour mémoire que chacun de ces signaux se subdivise en deux catégories :

- les signaux de lignes définissant l'origine du balayage de chaque ligne horizontale,
- les signaux d'image commandant le retour du spot après balayage de toutes les lignes.

A la sortie de la caméra, un câble spécial recueille les signaux électriques constituant les informations séquentielles de l'image et les dirige vers un meuble métallique « le coffret » qui assure les fonctions suivantes :

- alimentation de la caméra,
- mise en forme des divers signaux ci-dessus mentionnés,
- amplification et correction des signaux bruts provenant de la caméra,
- stabilisation parfaite de l'image en évitant toute variation de tension à la caméra particulièrement sensible aux fluctuations instantanées lors de la mise en route d'un ascenseur ou de la prise d'un cliché sur une installation radiologique voisine,
- amplification du signal « vidéo » résultant afin de l'amener à un niveau suffisant.

Le courant, ou « signal vidéo » qui est celui transportant les informations et les impulsions de synchronisation, est alors disponible à la sortie du coffret d'alimentation.

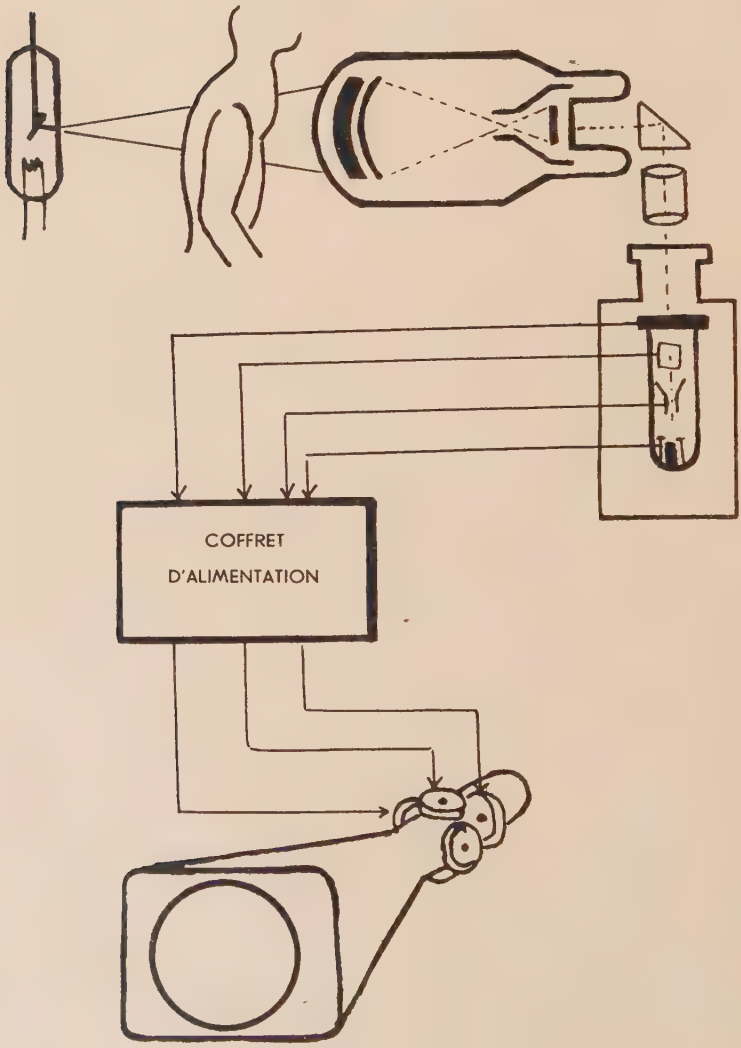
— La transmission de ce signal jusqu'aux différents postes récepteurs peut se faire directement par câble en liaison « vidéo » ou bien sous la forme d'une onde de haute fréquence. La liaison hertzienne permet la diffusion des ondes radio-électriques à une distance quelconque, mais elle exigeait au départ un relais, entraînant l'emploi d'appareils en hyperfréquence prolongeant la chaîne pour l'émission et la réception, une antenne directrice et l'octroi d'une longueur d'onde soumise à une autorisation officielle, non encombrée par d'autres émetteurs ou par des parasites industriels.

Aussi, la liaison par câble coaxial a été adoptée malgré les pertes que ce système laissait prévoir. Elles sont compensées par les différents étages d'amplification du coffret d'ali-

mentation à la sortie de la caméra et par un amplificateur électrique précédant le récepteur.

Nous ne considérons seulement que la transmission par câble, le cas le plus courant.

Schéma de principe d'une installation de Roentgen-Télévision



L'image est reçue en un premier temps sur un tube récepteur placé sur le pupitre de commande de l'ensemble, le Moniteur, comprenant des appareils de mesure permettant à un opérateur de contrôler les qualités : pénétration, luminosité, contraste et les ajuster pour la meilleure visibilité et netteté possible.

Rappelons que le récepteur de télévision dont l'aspect est maintenant classique, renferme les multiples circuits alimentant le tube à rayons cathodiques. Dans ce dernier, une cathode émet des électrons qui, accélérés par une anode, diaphragmés par une grille réglant débit et concentration, soumis à des déflexions horizontales et verticales sous l'action de deux jeux de bobinages magnétiques, sont localisés sur un écran luminescent afin d'y tracer l'image.

Le signal image attaque la grille de modulation de telle manière que le pinceau électronique qui la traverse reçoit une énergie exactement proportionnelle à l'éclairement du point de l'image qu'il faut reconstituer. Le pinceau balaye l'écran exactement comme l'image a été analysée sur la photo électrode du tube Vidicon.

Partant du moniteur, l'image est ensuite transmise à plusieurs récepteurs d'observation à une distance quelconque après que le signal, toujours transporté par câble coaxial, soit amplifié et passé par un répartiteur à autant de directions qu'il y a de récepteurs.

Enfin, l'image peut être agrandie et projetée sur un grand écran d'un amphithéâtre, tout est réalisable puisqu'il s'agit d'une image exactement comparable à celle de la télévision classique.

Le récepteur utilisé dans un ensemble de télévision médicale doit être également stabilisé pour éviter que des variations de tension entraînent des variations de dimensions de l'image.

— Par ailleurs, ce récepteur doit posséder des qualités particulières.

a) *Inversion d'image :* Pour être de lecture facile, l'image télévisée doit être ramenée dans le sens où le patient est normalement observé.

Dans ce but, les récepteurs des ensembles de télévision médicale sont équipés d'un dispositif permettant d'inverser l'image dans les deux sens vertical entre le haut et le bas, et dans le sens horizontal entre la droite et la gauche; ce renversement est aisé par la manœuvre d'un commutateur.

b) *Image positive ou négative :* Le radiologiste a l'habitude d'examiner sur l'écran de radioscopie une image positive où les opacités sont noires et les transparences sont claires. Il sait interpréter aussi l'image négative. Or, la transmission télévisée lui donne la possibilité instantanée de passer de l'une à l'autre par la simple manœuvre d'un commutateur qui renverse les polarités d'un circuit électrique.

c) *Balayage carré :* L'image normalement fournie par un équipement de télévision est une image rectangulaire de rapport 4/3. Il n'est pas utile de considérer les motifs techniques et esthétiques qui ont procédé au choix de ce format. Il est évident que l'inscription d'un cercle dans un rectangle est une mauvaise solution puisque 5/12 de la surface disponible sont perdus pour l'information. Cette considération a fait que certains laboratoires ont choisi le balayage carré; ce qui veut dire que l'image circulaire fournie par l'amplificateur est inscrite dans un carré, solution qui est infiniment préférable, la perte n'étant plus que de 3/12e.

Par ailleurs, avec le balayage carré, la photo cathode du Vidicon est mieux utilisée, ce qui fait gagner 20 % en sensibilité.

Ainsi, l'ensemble transmetteur ou chaîne de télévision comprend :

— la caméra de prises de vues,
— le récepteur moniteur de commande et de contrôle,
— les multiples récepteurs-répéteurs destinés à la distribution des images.

EQUIPEMENT ET TECHNIQUES d'utilisation d'une installation de ROENTGEN-TÉLEVISION

I. L'ÉQUIPEMENT RADIOLOGIQUE

Nous décrirons sommairement le matériel qui doit constituer une installation de roentgentélévision.

— En premier lieu, le générateur de radiodiagnostic utilisé doit être de préférence d'un modèle récent, offrant le réglage aisé au pupitre et le libre contrôle des facteurs radioscopiques habituels :

— la haute tension de pénétration de kilovolt en kilovolt,

— l'intensité variant progressivement depuis un minimum de 0,3 mA par exemple, jusqu'aux intensités traditionnelles de radioscopie (3 à 5 mA).

Ces valeurs, tension et intensité, doivent pouvoir être contrôlées en permanence par des cadrans gradués en valeurs exactes. Il importe, en effet, que l'opérateur du pupitre puisse juger très exactement des caractéristiques du rayonnement qu'il emploie. Une minuterie est aussi d'une très grande utilité pour connaître le temps d'irradiation du patient.

Le tube à rayons X doit disposer d'un foyer fin, car l'expérience a montré que les meilleures images étaient données par les foyers 0,3×0,3 mm des tubes à anode tournante. De plus, il est très utile mais nullement indispensable qu'il soit alimenté à l'aide d'un montage à quatre ou six soupapes avec filtration par condensateurs.

— L'amplificateur de brillance, élément indispensable, limite la surface du champ exploré à celle d'un cercle de diamètre variant avec le type utilisé.

Les récents intensificateurs électroniques, comme le Magnilux Universel de la C.G.R., le Lynx J et Super-Lynx K de Massiot, de diamètre utile de 16 ou 23 cm, offrant des

possibilités plus étendues en radiodiagnostic, par la surface des champs couverts, sont préférés aux premiers amplificateurs de 13,5 cm. La N. Voptishe-Industrie de « Oude Delft » vient de mettre au point le « Cinelix » 12,1/2 amplificateur d'images à système électro-optique avec un écran de 32 cm de diamètre pouvant être utilisé en radioscopie télévisée et radio-cinématographie.

— Le statif, dont le rôle consiste à supporter le tube émetteur de rayons X et l'intensificateur ainsi que le patient entre ces deux organes, est de conception variable selon la nature des investigations : une table de radiologie classique telle qu'une table basculante peut être utilisée.

Toutefois, cet ensemble doit être nécessairement d'une rigidité parfaite car le rayonnement doit rester rigoureusement centré sur l'intensificateur afin d'éviter des distorsions d'images et toute irradiation indésirable résultant d'un défaut d'alignement sur l'axe.

— Un diaphragme efficace est obligatoire. Au diaphragme classique à quatre volets, il est préférable d'utiliser un localisateur compresseur circulaire qui limite le champ aux dimensions exactes de celui de l'intensificateur.

— Le problème de la grille antidiffusante se pose différemment suivant le type de l'amplificateur.

Dans le cas de l'intensificateur de 13,5 cm, elle n'est pas indispensable car le champ réduit diffuse peu, par contre le diaphragme est beaucoup plus utile. Il faut signaler que la suppression de la grille augmente la luminance de l'image et entraîne une économie d'une certaine dose d'irradiation sur la peau du patient.

Pour les autres amplificateurs, la grille est indispensable pour l'étude du champ total mais moins utile pour celle d'un champ réduit.

L'amplificateur est jumelé avec une caméra de télévision de type industriel munie d'un tube analyseur Vidicon. C'est par une combinaison de deux objectifs affrontés que l'image intensifiée est projetée sur la photo électrode sensible du tube. La longueur totale du matériel récepteur étant gênante pour bien des applications, les constructeurs ont jugé préférable de couder le trajet des rayons lumineux par un prisme. Ainsi, l'ensemble intensificateur, objectifs, caméra, se présente avec un encombrement acceptable.

En outre, certains intensificateurs actuels possèdent un système optique tournant qui redresse et envoie l'image de l'écran secondaire, sur l'une des quatre ouvertures perpendiculaires à son axe. Sur ces ouvertures sont fixés :

— une jumelle binoculaire pour la vision directe,
— un appareil photographique,
— une caméra cinématographique,
— une caméra de télévision.

Par la simple rotation d'une manette, l'image est reportée sur l'une quelconque de ces utilisations. Ainsi, on passe de la transmission télévisée à l'enregistrement cinématographique, d'une manière instantanée, la mise au point optique étant constamment assurée.

— L'image analysée par le tube Vidicon est transmise en premier lieu à un récepteur moniteur. C'est un appareil muni d'un tube d'observation de 18 cm ou de 36 cm et de tous les organes nécessaires au contrôle de la finesse, de la luminosité et du contraste de l'image.

Ce moniteur est disposé auprès du pupitre de commande de l'appareil générateur de rayons X afin de grouper sous la main de l'assistant tous les organes qui permettent de régler la qualité de l'image. Il dispose, en outre, d'un appareil qui peut mesurer à tout instant la luminance de l'image fournie par l'amplificateur; c'est un instrument fort utile pour régler sans délai la qualité des rayons X en fonction de l'opacité des organes du patient soumis à l'examen.

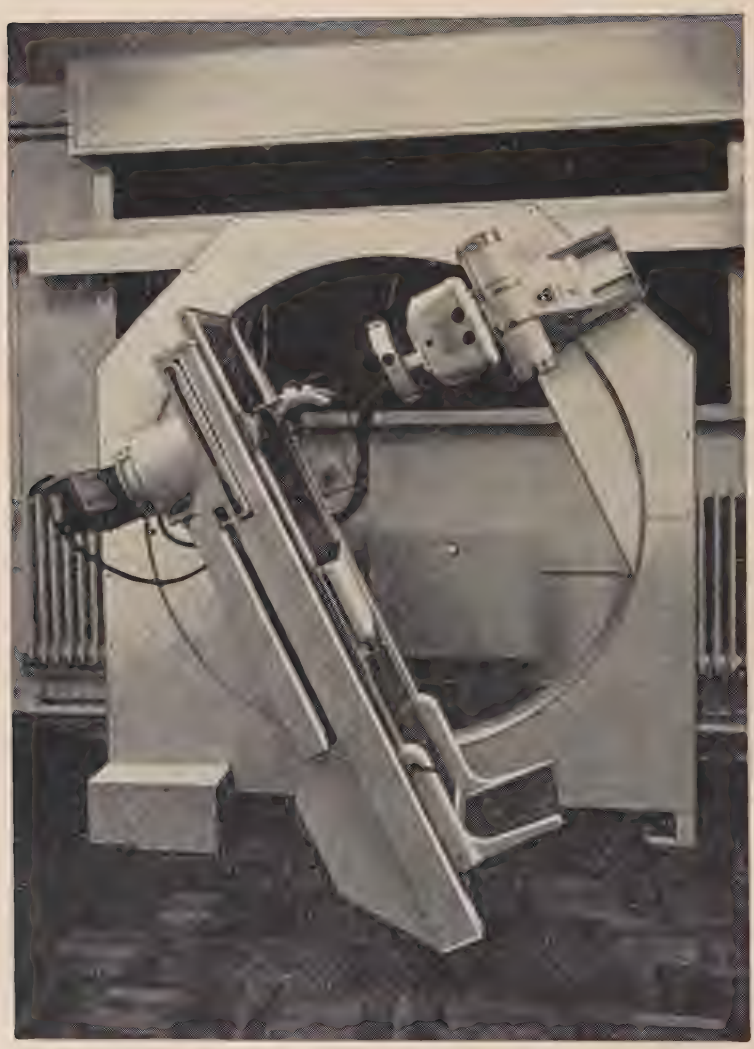
Enfin, l'image convenablement réglée est transmise par câble coaxial à un ou plusieurs postes récepteurs à tubes de 36,43 ou 54 cm.

— Plusieurs centres hospitaliers à l'avant-garde du progrès ont récemment complété leur installation radiologique par un circuit Roentgen télévision avec télécommande. Il a été nécessaire d'utiliser deux pièces contiguës, comme en thérapie, séparées par une fenêtre de verre et porte plombée, mettant ainsi les opérateurs à l'abri des rayons X.

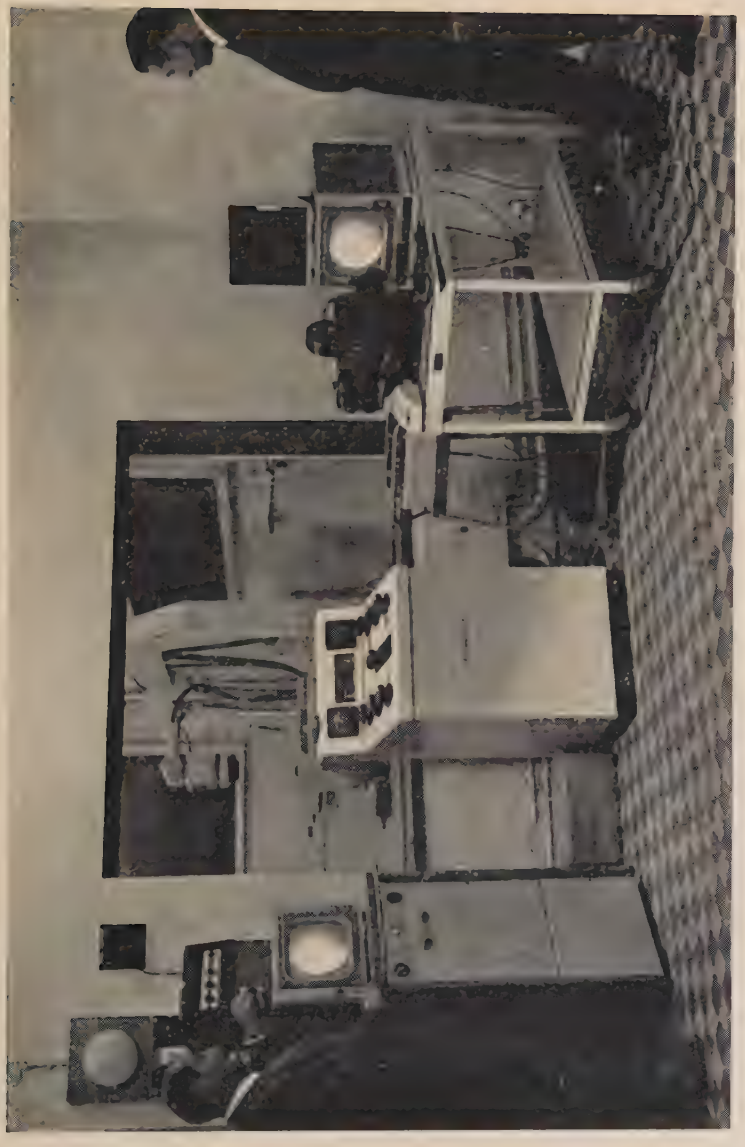
Dans l'une des salles se trouve le statif d'examen assurant la rotation de la table qui supporte le malade entre le tube radiogène et l'intensificateur.

La table « télé caducée » (Massiot) du Docteur Chérigié à l'hôpital Claude-Bernard, comporte le tube au-dessous du malade; l'amplificateur, couplé avec deux caméras, l'une de télévision, l'autre de cinéma, se trouve à la partie supérieure.

Dans d'autres installations, comme celles du Centre Hospitalier « Jean-Talon » à Montréal et du C.R.A.C. de Toulouse, le statif est d'un type spécial annulaire dont le diamètre dépasse 2 m. Le tube à rayons X est au-dessus, tandis que l'intensificateur sous le malade, est couplé avec la caméra Vidicon. Le plan de la table peut être animé de tout



— Statif avec table télécommande.
— Tube radiogène : « Philipps ».
— Amplificateur : « Super Lynx » (23 cm) gain de luminance = 3 000.
— Caméra Vidicon.



De gauche à droite :

Moniteur avec { récepteur et pupitre
— Pupitre du générateur D LX,
— Pupitre de la télécommande.
Kinescope { Récepteur. Caméra « Cameflex ». Photographie. M.P.P. 10 × 12,5.

déplacement longitudinal ou transversal et basculement de l'ensemble. Tous ces mouvements sont commandés à distance.

Le patient est maintenu par un système à compresseur localisateur. Cette compression est électriquement commandée et dosée; elle est, de loin, supérieure à tous égards aux techniques manuelles, de plus elle est sans danger.

Dans la deuxième pièce se trouvent centralisés tous les appareils de contrôle et de commande de l'ensemble, groupant :

— le pupitre de télécommande automatique des manœuvres complexes du statif d'examen, du diaphragme, du compresseur et de permutation éventuelle des dispositifs de roentgentélévision et de radio-cinématographie;

— le moniteur récepteur avec son tube et pupitre pour la mise au point de l'image,

— le pupitre du générateur de rayons X.

Un interphone avec un haut-parleur dans chacune des deux pièces permet au radiologue de rester en contact avec le patient et de lui indiquer les diverses positions qu'il doit prendre au cours de l'examen.

Parfois, il existe une deuxième chaîne de télévision dont les caméras sont braquées sur le statif permettant de suivre les divers mouvements du malade.

II. TECHNIQUES D'UTILISATION

Nous envisageons ici la scopie télévisée avec ses applications de radiocinématographie et la téléradiophotographie.

A. La scopie télévisée

La valeur et la qualité des images obtenues actuellement sur les écrans de télévision ont permis à la radioscopie, qui avait été critiquée au cours de ces dernières années, avec juste raison, pour ses dangers d'irradiation et son manque de finesse, de reprendre ses droits et de devenir l'acte primordial de l'examen radiologique.

1° La scopie télévisée présente par rapport à la scopie ordinaire certains avantages :

— Tout d'abord l'absence d'adaptation : la télévision donne une image lumineuse, contrastée interprétable immédiatement, même si on vient de l'extérieur. Cette suppres-

sion de l'accomodation permet un gain de temps appréciable, une sécurité plus grande et une moindre fatigue.

— La facilité avec laquelle se déroule l'examen; grâce à la télécommande, tout se fait à distance : les mouvements et déplacements de la table dans toutes les directions, l'ouverture et fermeture du diaphragme, la compression dosée dans toutes les positions, le réglage et contrôle de la source rayons X.

— C'est ensuite la possibilité de faire une radioscopie continue : étant donné les doses de radiations vraiment minimes nécessitées par cette technique (0,3 milliampères à 2 milliampères), suivant les examens, la radioscopie peut se poursuivre pendant une, deux, voire trois minutes, sans interruption. Ceci diffère totalement de la technique habituelle qui doit se faire par à-coups sous peine de surdosage. Cette continuité dans l'examen est essentielle, car elle permet de saisir des images anormales intermittentes ainsi que d'étudier le mouvement des organes, donnée de première importance en pathologie digestive.

2° Sur le plan technique, l'obtention d'une bonne image nécessite certaines conditions :

— Il faut diaphragmer le plus possible et de façon précise sur le champ de l'amplificateur car évidemment il y a une amplification du rayonnement secondaire. De plus, le champ couvert par l'amplificateur ne doit pas déborder le corps humain, car il y a une saturation très désagréable (difficulté pour le larynx et le crâne).

— Les meilleures images sont données par les foyers de rayons X de 0,03 cm réduisant au départ le flou géométrique.

— La grille est indispensable pour l'étage sous-diaphragmatique et la région hilaire. Son interposition entre l'amplificateur et le malade entraîne une diminution de la luminance de l'image qu'il faut compenser par une augmentation de dose de radiation.

— L'image en positif (poumons clairs, os et tube digestif imprégnés sombres) a plus d'intérêt que l'image négative dont la saturation des bords due aux blancs des viscères opacifiés est un inconvénient.

— Le récepteur de télévision s'observe à distance supérieure à 1,50 m. En scopie normale, l'opérateur se trouve, pour des raisons de force majeure, trop près de l'écran. Ses yeux ne fixent qu'une partie à la fois; les relations avec

l'ensemble sont perdues. Avec la télévision, par contre, on obtient une vue générale et dans son cadre topographique. De plus, si l'observateur se trouvait trop près du récepteur, il pourrait voir les lignes de l'écran.

— L'image obtenue doit être suffisamment lumineuse et contrastée. La télévision présente l'avantage de pouvoir électriquement faire varier le contraste de l'image finale. Cet avantage permet de mieux mettre en évidence certains détails du diagnostic, car il est bien connu que plus le contraste est élevé, plus les fins détails sont perceptibles.

— Précisons les constantes pour lesquelles d'excellentes images radioscopiques sont obtenues dans les examens usuels :

La mire de l'amplificateur est réglée pour une vision optima avec 0,5 mA et 50 à 60 kV.

Ce réglage peut être conservé ou à peine augmenté jusqu'à 1 mA pour une scopie parfaite du pédicule cardio-aortique et du médiastin en vue de l'examen de l'œsophage.

A l'étage sous-périphérique, estomac et bulbe : de sujets de taille usuelle ne requièrent que 1,5 mA à 2 mA sous 80 à 85 kV.

Ces constantes peuvent être diminuées pour l'hystérosalpingographie dont l'examen scopique est surprenant de facilité (1 mA sous 80 kV), ainsi que pour les urographies et vésicules.

Les examens difficiles, sujets obèses, incidences obliques, mènent aux intensités habituelles de la radioscopie traditionnelle, c'est-à-dire 3 mA et jusqu'à 90 ou 100 kV que l'on ne dépasse pas.

B. La radiocinématographie

Le rôle de la télévision ne doit cependant pas se borner à la seule transmission de l'image; l'enregistrement cinématographique par l'intermédiaire de la télévision s'avère aujourd'hui l'application la plus intéressante.

Avant la mise au point de la roentgentélévision, les premiers essais cinématographiques furent réalisés avec les systèmes ampli-caméra à visée réflexe. Cette cinéfluorographie ou cinéradiographie directe donna les magnifiques résultats que nous connaissons.

1° Dès 1955, les efforts se concentrèrent sur les possibilités d'enregistrer les images de l'écran de télévision avec une caméra. Cet enregistrement indirect sur baie de télévision (ampli-télé-cinéradiographie) posait des problèmes techniques qui furent résolus.

a) En premier lieu, l'entraînement de la caméra en synchronisme avec la fréquence propre de l'ensemble de la télévision :

La caméra doit être munie d'un moteur synchrone entraînant le film à une fréquence de 25 images par seconde qui est celle de la télévision.

D'autre part, au cours du balayage de l'écran par le pinceau d'électrons, il existe un temps mort pendant lequel le spot revient à son point de départ, ce déplacement se fait à chaque période de courant; il se matérialise par une bande noire accompagnant chaque image du film. Cette bande se produit toujours au même endroit de l'image si le film est pris exactement à 25 images/seconde. Avant d'effectuer les prises de vue, il est nécessaire de caler le moteur de telle façon que l'obturateur se ferme au moment où le spot effectue son trajet de retour. Un dispositif d'ajustage du décalage de phases du moteur et de la télévision permet d'obtenir une image uniforme.

b) En second lieu, se pose le problème du réglage du système optique d'enregistrement. Toute difficulté de mise au point optique a été supprimée par la création de deux types de dispositifs d'enregistrement qui solidarisent l'un et l'autre le récepteur de télévision et la caméra.

La différence entre les deux systèmes réside dans la dimension et les caractéristiques de l'écran.

— Le premier comporte un récepteur d'un certain diamètre placé sur une table à une distance fixe de la caméra dont le réglage optique est déterminé une fois pour toutes.

— Le second appareillage est constitué par un récepteur équipé d'un écran super-lumineux plus petit de 7 cm de diamètre. L'extrême brillance de ce tube permet de réduire le diaphragme utile. De plus, l'amélioration de la luminosité de l'écran autorise l'emploi de pellicules de sensibilité plus faible à grains plus fins.

L'adjonction, près du Kinescope, d'une cellule photo-électrique automatique permet à l'opérateur de régler l'intensité lumineuse de l'image.

2° L'enregistrement indirect présente quelques inconvénients qu'il faut citer :

— En raison du synchronisme entre la caméra et la télévision il est impossible de pratiquer le ralenti dont l'intérêt a été souvent montré dans l'analyse des phénomènes physiologiques rapides. Par contre, l'accéléré qui mérite d'être considéré à certaines fins diagnostiques est réalisable; pour

cela, il suffit d'employer n'importe quelle caméra à une vitesse un peu inférieure à la demi-fréquence de la télévision; on obtient des images plus correctes avec peu de stroboscopie.

— La moins bonne netteté de l'image de la télévision est également avancée dans les griefs faits à la méthode. En fait, la perte de netteté par rapport à l'image de l'amplificateur est minime; d'autre part, celle-ci s'avère chaque jour de plus en plus réductible grâce à l'amélioration constante des téléviseurs. De plus, la télévision permet, grâce à son coefficient d'amplification propre et aussi à la possibilité d'influer sur le contraste, de réduire cette perte de netteté.

3° En regard de ces inconvénients, l'enregistrement indirect par kinescope, ne perdant rien en qualité, présente l'immense avantage de filmer au gré de l'observateur les séquences qui l'intéressent, sans beaucoup modifier les constantes d'utilisation radioscopiques de l'amplificateur.

— La prise de film est automatique sur simple enclanchement du moteur synchrone de la caméra. Le médecin et son assistance voient parfaitement agrandie, lumineuse, bien contrastée, orientée d'une manière optima, l'image qu'il filme. C'est là une des raisons pour laquelle le radiocinéma sans la télévision est un non-sens. En effet, s'il est relativement facile en station verticale de suivre le déroulement des images dans le viseur réflexe de la caméra couplée sur un amplificateur, tenir son œil collé à l'œilleton devient pratiquement impossible lorsque le malade se trouve en décubitus avec l'intensificateur situé au-dessus ou au-dessous de lui selon les installations.

— Pour la télévision, il suffit de déplacer, par télécommande, la table supportant le patient, par rapport à l'axe de l'ampli-tube pour pouvoir observer sur l'écran l'image désirée.

4° Sur le plan technique, certains points restent à préciser :

— Pour le roentgencinéma, la tendance est d'utiliser les films de format 16 mm; les films de 35 mm relevant surtout du cinéma professionnel peu maniable et nécessitant un matériel onéreux ne sont guère employés.

— Les caméras, comme la Cameflex (la plus moderne), l'Ariflex 16 ou 35 mm, ou la Beaulieu 16 mm, à vitesse réglable, sont munies d'un chargeur automatique pouvant être fixé instantanément et contenant plusieurs dizaines de

mètres de film. Un compteur placé sur la porte indique le nombre de mètres de film non exposé dans le chargeur.

— La télévision offre la possibilité de filmer l'image positive ou négative dont le choix est subordonné au rendement diagnostique le meilleur. Cependant, il semble préférable de travailler avec des pellicules inversibles, car on se rapproche plus de la scopie. Le noir est plus sensible que le blanc aux demi-teintes et le grain est moins gênant; il faut donc voir l'organe qui bouge en noir. La Ferrania inversible 37, 400 Asa, 27 Din, présente un grain plus fin et paraît plus contrastée pour la même sensibilité que la Kodak, Trix, 200 Asa, 25 Din.

— L'emploi d'une développeuse automatique qui donne le film fin prêt pour sa projection en quelques heures est d'une très grande commodité. Si non, il faut envoyer la pellicule à Paris et attendre son retour après une semaine. Cette longueur du développement a fortement diminué l'intérêt du cinéma.

— Les constantes, pour le cinéma, sont les mêmes que celles utilisées en scopie télévisée. Toute image visible sur la baie de télévision fournit toujours suffisamment de lumière pour être filmée et cela sans recourir à des émulsions rapides; bien au contraire, la télévision permet l'emploi d'émulsions lentes à grains fins.

C. **Téléphotographie**

Il est des cas où l'enregistrement d'un film ne se justifie pas, mais où en plus d'un examen scopique, le document s'avère utile soit comme archive, soit comme élément de comparaison lors d'un examen ultérieur.

Il est facile d'obtenir une photographie de l'image télévisée à l'aide d'un appareil classique placé à une distance convenable du kinescope.

Les temps de pose sont assez longs, 1/10e à 1 seconde. Sur ces photographies, le balayage longitudinal qui représente 30 000 lignes à la seconde sur la surface de l'écran n'est pas apparent.

La qualité de l'image scopique, la valeur des optiques modernes, la qualité des émulsions permettent d'obtenir des documents statiques de valeur satisfaisante; cependant, ces téléradiophotographies sont loin d'être comparables aux clichés radiologiques par leur finesse.

VALEUR DU RADIODIAGNOSTIC TÉLÉVISÉ

Deux facteurs importants niterviennent dans la valeur de la roentgentélévision :

— la qualité de l'image télévisée,

— la diminution des doses.

I. QUALITÉ DE L'IMAGE TÉLÉVISÉE

Elle nous est donnée par l'étude de ses trois éléments quantitatifs : brillance, contraste et définition.

A. Brillance

La brillance ou luminance d'une source lumineuse s'exprime par le flux lumineux émis par unité de surface.

L'unité de brillance est le « Lambert » qui est l'éclat d'une surface parfaitement diffusante, émettant ou réfléchissant un lumen par centimètre carré. On parle habituellement de Millilambert, soit un millième de Lambert.

— Pour une meilleure compréhension de ce qui suit, il est bon de rappeler quelques notions physiologiques de la radioscopie.

1° *Vision*

La rétine est recouverte de deux sortes de neurones spécialisés pour la réception de la lumière :

— les cônes : groupés d'une manière très dense au centre dans la région de la tache jaune, ils sont peu impressionnés par des brillances faibles, mais très sensibles à la lumière du jour, ils enregistrent les couleurs;

— les bâtonnets : de disposition plus périphérique, sont les seuls impressionnés à l'obscurité relative.

Le changement entre la vision des bâtonnets et celle des cônes, pour les faibles niveaux de lumière et celle pour les

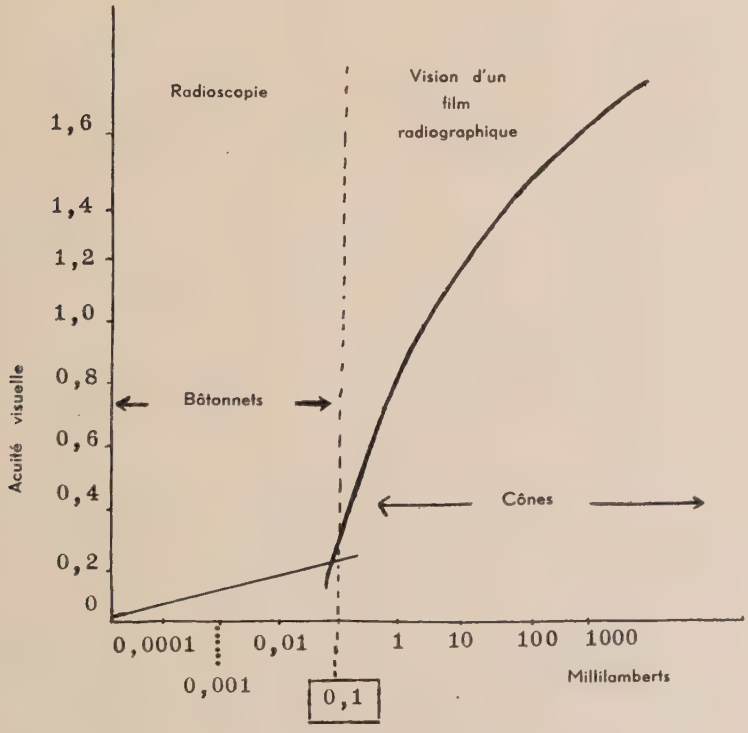
hauts niveaux de lumière, se situe dans la zone de 0,01 et 0,1 millilambert.

2° *Acuité visuelle*

Le centre de la rétine, macula lutea, ayant une très grande densité de cônes, est par conséquent la région de plus grande acuité visuelle.

Il s'ensuit une variation notable de cette acuité en lumière normale et en lumière crépusculaire dans le rapport de 1 à 6. Ainsi, l'angle minimum séparable devient-il plus important pour des brillances faibles.

Par exemple, à un niveau de brillance de 1 millilambert, deux contours ont besoin d'être séparés de 0,15 millimètres pour être distingués à une distance de 25 cm; si la luminosité est réduite à 0,001 millilambert, de telles formes ne seront pas perçues distinctement par un œil pleinement adapté à l'obscurité à une distance de 25 cm, à moins qu'elles ne soient séparées par au moins 1,1 mm.



3° *Adaptation à l'obscurité*

L'expérience montre que la vision s'améliore progressivement après l'entrée d'une personne dans une pièce obscure. La brillance seuil perceptible par les éléments rétiniens, bâtonnets, varie avec le temps d'adaptation à l'obscurité.

Le seuil s'abaisse à un dixième, un centième, un millième de sa valeur de départ entre 10, 15, 20 minutes passées à l'obscurité.

De plus, l'importance de l'adaptation à l'obscurité ne concerne pas seulement la discrimination de l'intensité lumineuse, mais aussi l'acuité visuelle.

— Revenons à la question des brillances de la radioscopie et de la télévision :

L'écran de radioscopie classique dont le rendement lumineux est faible, présente un niveau de brillance bas variant entre 0,0001 et 0,01 millilambert. L'observation se fait en vision crépusculaire dans des conditions telles que, même après vingt minutes d'adaptation à l'obscurité, le pouvoir séparateur de l'œil est de l'ordre du demi-millimètre.

Une image aussi sombre n'est visible que par la haute sensibilité des bâtonnets qui n'est atteinte que par une lente accomodation. Ces organes sensoriels ayant une faible densité de répartition sur la rétine, ne permettent qu'un médiocre pouvoir séparateur. De plus, il est important d'observer un délai de 15 minutes d'adaptation pour réaliser une radioscopie convenable.

L'image sur le récepteur de télévision a une extrême luminance bien supérieure à celle donnée par l'écran secondaire de l'intensificateur qui est de 20 à 30 millilambert.

L'œil peut l'analyser en salle éclairée, il en résulte une suppression de la période d'adaptation, d'où gain de temps appréciable pour le radiologue.

Dans de telles conditions de vision diurne, les cônes sont impressionnés et permettent une analyse très fine de l'image.

Ainsi l'œil, pour une brillance de 30 millilambert, possède un pouvoir séparateur normal qui lui permet de discerner à 20 cm des détails de l'ordre du dixième de millimètre.

B. **Contraste**

On appelle contraste la différence d'impression lumineuse produite sur l'œil par deux surfaces de luminances différentes.

Il faut rappeler deux notions, concernant cette qualité de l'image :

1° *Contraste minimum*

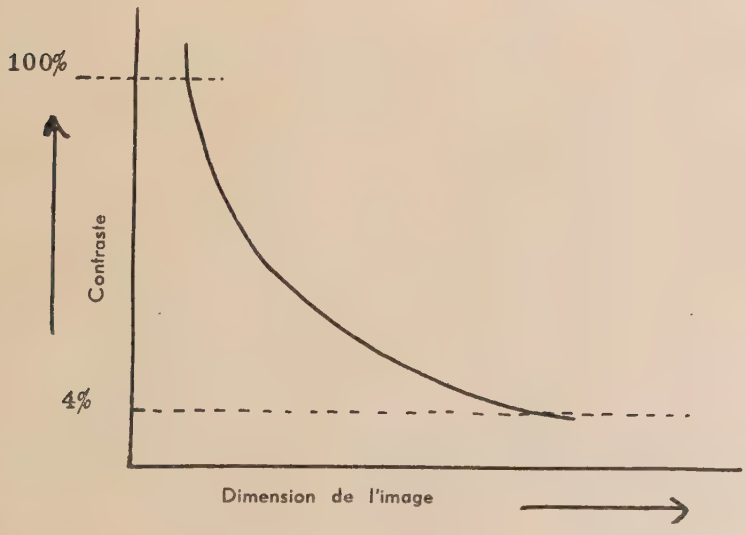
Le contraste entre deux zones voisines doit avoir une certaine valeur minimum pour le rendre perceptible à l'œil. Pour que cette différence le soit, il faut que les deux brillances diffèrent d'au moins de 2 % (loi de FECHNER). Le contraste minimum est égal à 1,02. Ce seuil de sensibilité est d'ailleurs indépendant de la luminance absolue, sauf pour les éclairements faibles, comme en radioscopie, où la proportion 2 % est largement dépassée.

2° *Contraste et définition*

Si on trace la courbe des dimensions perceptibles de l'image en fonction du contraste, cette courbe montre que plus le contraste est élevé, plus la taille de l'image observée peut être petite.

Ainsi, on peut montrer que la définition sans contraste n'a pas de sens et qu'elle est liée à ce dernier; elle peut donc être mieux exprimée par la terminologie sensibilité au contraste.

La radioscopie est désavantagée si on la compare à la radiographie, car cette dernière a les moyens d'amplifier un



contraste primaire par l'emploi d'écrans renforçateurs convenables et par l'emploi de films appropriés.

L'image donnée par l'amplificateur de brillance ne présente, par rapport à celle de l'écran radioscopique, aucun avantage de contraste. Le pouvoir d'amélioration du contraste de l'intensificateur est égal à 1, ce qui signifie que le contraste de l'image n'est pas augmenté. En effet, il est indispensable d'éliminer avec une grille le rayonnement diffusé avant de pénétrer sur la photo cathode du tube, faute de quoi les rayons secondaires sont intensifiés à l'égal des rayons directs. Cependant, la luminosité de l'écran radioscopique étant faible, le contraste minimum pour pouvoir différencier deux petits détails par un œil adapté à l'obscurité sera élevé (50 %) par rapport à celui de l'intensificateur ou seulement une différence de 16 % de luminance sera nécessaire pour les discerner.

— Le récepteur de télévision est doté de réglages indépendants du niveau des blancs, du niveau des noirs et d'un réglage de contraste.

La luminosité de l'image télévisée étant supérieure à celle donnée par l'intensificateur, le contraste minimum sera encore abaissé et se rapproche de 2 %.

D'autre part, la possibilité d'augmenter électroniquement le contraste jusqu'à des niveaux maximum de 60 à 80, offre au radiologue l'avantage de discerner des détails beaucoup plus fins que sur l'amplificateur.

C. **Définition**

La définition consiste dans l'aptitude d'un système d'enregistrement de reconstituer des lignes parallèles d'égales largeur également séparées entre elles par une distance égale à cette largeur.

Le pouvoir de définition est habituellement exprimé en terme de lignes par centimètre.

La définition de l'image télévisée ne peut être supérieure à celle de l'intensificateur. En effet, si les électroniciens peuvent améliorer l'analyse et la transmission de l'image télévisée en jouant sur la luminosité et le contraste, ils ne peuvent par contre augmenter sa finesse qui est conditionnée par celle de l'amplificateur.

La télévision conserve à peu près la définition de l'intensificateur qui est de 40 lignes par centimètre pour un niveau de densité assez bas.

La télévision fournit donc une image d'un pouvoir résolvant, sensiblement de l'ordre de l'écran radioscopique, mais inférieur à celui d'une radiographie standard qui est de 60 à 80 lignes par centimètre.

L'image télévisée est loin d'être aussi riche en détails qu'un bon cliché radiographique.

II. DIMINUTION DES DOSES

L'intérêt primordial de la télévision radiologique réside dans la diminution importante des radiations nécessaires à un examen.

La radioscopie conventionnelle, malgré le perfectionnement incessant des appareils, ne pouvait résoudre ce problème de la protection du malade et de celle du médecin.

En effet, l'écran radioscopique moderne réagit remarquablement aux rayons X ; si nous pouvions disposer sur l'écran des intensités de l'ordre de quelques r par minute, nous n'aurions pas de raison de demander davantage à la scopie qui surpasserait la radiographie, comme méthode d'observation des structures et des fonctions. Malheureusement, l'énergie X arrivant sur l'écran est réduite par son absorption dans le corps du patient, à une très petite part de sa valeur d'origine.

Le rapport entre les r/minute sur le corps du patient et les r/minute sur l'écran pour un fantôme en contreplaqué, équivalent à un abdomen épais de 20 cm sous 80 kV et 4 mA, peut être de l'ordre de 1 400 à 1.

Le rayonnement radiographique d'origine lorsqu'il frappe le corps du patient est en valeur de 500 à 3 000 fois supérieure au rayon émergent qui atteint l'écran. Pour une vision radioscopique approchant celle que le radiologue il faudrait un appareil de radioscopie opérant à des courants de 400 à 1 600 mA produisant de 800 à 3 000 r/minute sur le corps du patient.

Un examen scopique de 30 secondes met en jeu une énergie x 15 ou 30 fois supérieure à celle nécessaire pour un cliché standard.

Il était impératif de limiter à des valeurs aussi basses que possible la quantité d'énergie X utilisée pour la scopie, car des examens prolongés pouvaient entraîner des accidents, anémies graves, leucémies, etc...

Une solution urgente s'imposait; la radioscopie portait en elle-même son échec.

L'amplificateur de brillance avec des gains 1 500 à 3 000, permit d'obtenir une image visible directement avec un oculaire en utilisant des intensités de 2 à 5 mA sous des tensions de 60 à 90 kV, ce qui amenait une diminution de la dose par rapport à la radioscopie de l'ordre de 30 à 40 %.

La mise au point des installations de roentgentélévision amena de nouveaux progrès dans :

1° *La protection de l'opérateur*

La télévision radiologique avec la télécommande présente un apport considérable; l'examen se déroulant à distance de la source radiogène, met le médecin à l'abri total des radiations, ce qui amène la suppression du tablier et des gants de plomb fort encombrants.

2° *La protection du malade*

Les caméras de télévision sont munies de tubes analyseurs dont l'extrême sensibilité permet de reprendre l'image de l'écran secondaire de l'amplificateur avec une brillance beaucoup moins élevée que celle nécessaire pour être analysée directement par l'œil ou le film. C'est pour cette raison que des intensités de l'ordre de 1/4 à 1 mA, inférieures à celles utilisées pour l'analyse directe de l'image sur l'amplificateur, suffisent en roentgentélévision; il en résulte une économie sensible en dose « r » reçue par le malade.

3° *Dosimétrie en roentgentélévision et en radiocinématographie*

Depuis 5 ans, de nombreux travaux concernant l'étude de la dosimétrie en roentgentélévision et en radiocinéma ont paru.

Il est intéressant de voir quelques-uns de ces résultats, puis, en second lieu, les comparer avec les doses reçues par le malade au cours d'examens radiologiques conventionnels comprenant scopie et prise de clichés.

A. Résultats

1° *Mesures effectuées par M. Noix.*

— au cours de différents modes d'examens :

— scopie seule,

— amplificateur seul,

— reprise directe de l'écran radioscopique par l'Orthicon,

— jumelage ampli-Orthicon,

— jumelage ampli-Vidicon,

— avec une distance focus-peau de 60 cm,

— une chambre de Hammer,

— préfiltration de 0,5 Al.

CONSTANTES ET DÉBIT EN « r »
POUR UNE MINUTE D'EXAMEN VISUEL

EXAMEN	CONSTANTES	SCOPIE SEULE	AMPLI SEUL	ORTHICON + ÉCRAN	ORTHICON + AMPLI	VIDICON + AMPLI
Thorax. .	kV	70	60	80	50	50
	mA	3	1	3	1	1
	dose en « r »	6	1,5	7,5	1	1
Estomac. .	kV	80	70	105	70	70
	mA	5	1	3	1	1
	dose en « r »	12,5	2	14	2	2
Reins et vésicule. .	kV	—	60	—	60	70
	mA	—	1	—	1	1
	dose en « r »	—	1,5	—	1,5	2

Avec le même matériel, la prise de clichés nécessite :

Thorax.	70 kV	150 mA	1/10 sec.	focus à 150 cm	0,5 r
Estomac.	90 kV	150 mA	2/10 sec.	focus à 75 cm	1,6 r
Reins ou vésicule	70 kV	150 mA	1 sec.	focus à 75 cm	5 r
Col. Lomb. profil.	90 kV	150 mA	2 sec.	focus à 75 cm	15 r

Ces doses en « r » varient avec les constantes.

Le débit en « r » est proportionnel à la quantité de mA utilisée pour l'examen.

Le tableau ci-dessous donne ces valeurs chez un malade de corpulence moyenne, situé à 40 cm du foyer de l'ampoule avec une préfiltration de 1 mm d'Al.

kV	mA	dose « r » en 1 minute
70	2	3,3
70	3	4
70	4	5,5
70	5	6,2
80	2	4,2
90	3	5
87	4	5,5
85	5	9
100	4	8,5
100	5	1,05

2° *Dosimétrie en radiocinéma.*

Mesures effectuées par E. Cherigie et M^me^ Pradel-Raynal (radiocinématographie directe sur amplificateur) avec distance A.C.-peau : 65 cm.

— diaphragme fermé au maximum,

— film de format 16 mm,

— pellicule : T R I Kodak inversible 180 ASA.

Déglutition : 26 images/seconde. Durée : 1 minute; constante 75 kV, 4 mA, 65 cm FP; épaisseur 12 cm.

Dose moyenne : 3,50 r.

Œsophage : 25 images/seconde. Durée : 1 minute, constante 78 kV, 10 mA, 65 cm F.P.

L'exploration totale par le traveliin n'a pas montré plus de 7 r dans la région la plus exposée, et de 15 r quand la dose totale se porte sur le même champ.

Intestin grêle et estomac : 24 images/seconde; durée : 1 minute. Constantes 100 kV, 10 mA, 40 cm F.P. Malade de 78 kg, épaisseur 28 cm, dose moyenne 28 r.

B. Etude comparative des doses « r »

Au cours des examens suivants :

— examen radiologique conventionnel avec scopie et prise de clichés,

— scopie télévisée et cinéma direct sur ampli,

— scopie télévisée et cinéma indirect sur la baie du récepteur.

Nous envisagerons successivement deux cas :

— doses lors d'un examen scopique,

— doses lors d'un examen gastrique.

Premier cas :

D'après les résultats de Noix, la dose reçue par le malade au cours d'une minute de scopie classique est six fois plus grande que celle reçue pendant le même temps en scopie télévisée (jumelage ampli-Vidicon).

	SCOPIE SEULE	TÉLÉVISION
Thorax.	6 r/minute	1 r/minute
Estomac.	12,5 r/minute	2 r/minute

Il en résulte une économie de dose de 80 %.

Deuxième cas :

Doses au cours d'un examen gastrique.

(A) Examen classique :

comprenant : scopie + graphie.

Scopie : durée de 4 minutes en moyenne (12,5 r/minute à 80 kV et 5 mA). Dose : $4 \times 12{,}5$ r = 48 r.

Graphie : Nombre de clichés : 8 au minimum (2 debout + 1 en décubitus + 1 en procubitus + 1 série (4).

Dose 1,5 par cliché = 1,5×8 = 12 r.

Dose totale : scopie + graphie : 48 + 12 = **60 r.**

(B) Scopie télévisée + film en cinéma direct sur ampli.

Scopie télévisée : temps : 4 minutes.

dose : 2 r/minute à 70 kV et 2 mA.

= 4×2 = 8 r.

Cinéma : 1 minute de film suffit.

dose : 28 r pour 100 kV et 10 mA.

Dose totale : 8 + 28 = **36 r**

(C) Scopie télévisée + cinéma indirect sur kinescope.

Scopie télévisée : 4 minutes à 70 kV et 2 mA.

Dose : 8 r.

Cinéma : Pour obtenir une bonne image sur le film, il faut augmenter les constantes; soit 100 kV et 4 mA, ce qui donne 8,5 r par minute.

Dose totale : 8 + 8,5 = **16,5 r**

(D) **Conclusion.**

Par rapport aux doses reçues lors d'un examen gastrique standard, la télévision avec cinéma direct entraîne une économie de dose de 40 % ; quant à la télévision avec cinéma indirect, l'économie est encore supérieure, soit 72 %.

Cette diminution des doses est d'un intérêt capital; le problème des doses disparaît, la protection du malade est assurée; la durée des examens peut être prolongée sans danger.

La scopie télévisée redevient l'acte primordial de l'examen radiologique.

INDICATIONS DE LA ROENTGEN-TÉLÉVISION

Les indications de la télévision en médecine sont tirées des immenses possibilités qu'elle offre au radiologiste.

Nous envisagerons successivement les principales indications de la Roentgentélévision avec enregistrement cinématographique dans le :

— Radiodiagnostic,

— Contrôle radiologique,

— Enseignement.

I. RADIODIAGNOSTIC

Le Radiodiagnostic conventionnel a négligé l'étude du mouvement des organes internes par suite des moyens insuffisants dont le radiologue disposait. Le cliché radiographique, dont la valeur et le nombre des informations sont suffisants pour porter un diagnostic avec une convenable sécurité, ne représente qu'un instantané de la morphologie de l'organe; ce n'est qu'un document statique. Seule la radioscopie était capable d'apporter des renseignements sur cette cinématique; en raison du manque de finesse en vision crépusculaire et surtout des dangers des radiations mises en jeu lors d'une scopie prolongée, les informations apportées par l'observation directe de l'écran radioscopique étaient insuffisantes pour étudier la mobilité d'un viscère.

Avec la télévision, le radiodiagnostic est entré dans une ère nouvelle qui est le domaine de la cinématique. Cette technique permet de réunir sur un même document les qualités de l'image radiographique et celles du mouvement, donc à la fois l'étude de la morphologie et celle de la physiologie.

La conception de l'examen radiographique est modifiée; la scopie devient le temps premier et capital de la radiologie.

Cette étude dynamique s'adresse aux viscères creux à contractions lentes ou rapides et en premier lieu à :

1. Appareil digestif

De jour en jour, le téléradiodiagnostic en pathologie digestive connaît une extension plus importante; la nature et l'exclusivité des renseignements qu'il apporte ont suffi à l'imposer comme un moyen d'investigation irremplaçable.

a) *Déglutition.*

C'est surtout la radiocinématographie qui a permis d'étudier les différents temps de la déglutition normale et pathologique. Le film, grâce au ralenti, montre tous les mouvements et contractions du voile du palais normal, ainsi que ses atrésies et paralysies. Les fausses routes légères intermittentes, l'inondation du larynx dans les paralysies graves avec les stases et dilatations des sinus pyriformes s'observent facilement.

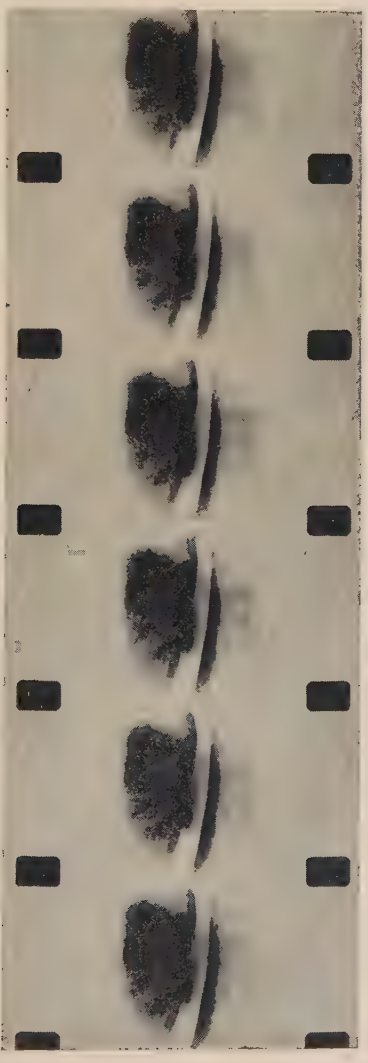
De plus, le radiocinéma devient un complément indispensable de l'examen standard pour l'étude physio-pathologique des diverticules de l'hypopharynx (diverticule de Zencker). Cette méthode permet de déceler aisément le diverticule à son stade initial, car elle ne laisse pas échapper son opacification fugitive.

b) *Œsophage.*

L'usage de la Roentgentélévision au cours du diagnostic différentiel, des affections œsophagiennes, en particulier pour les sténoses du tiers inférieur, est devenu indispensable lorsque les techniques classiques donnent des résultats incertains; par exemple, lorsque l'histologie est hésitante ou que l'endoscopie est techniquement irréalisable, ou contre-indiquée. Le plus souvent, la télévision permet de trancher dans ces cas s'il s'agit d'une lésion bénigne ou maligne par l'étude attentive de quelques signes distinctifs comme celle des ondes péristaltiques, la perte de souplesse de la paroi, l'écoulement baryté.

ENREGISTREMENT CINÉMATOGRAPHIQUE SUR KINESCOPE

ŒSOPHAGE



— CONSTANTES : 1 mA - 85 kV.

— GRILLE : Rapport 10/1 - Focalisée à 90 cm.

— PELLICULE : FERRANIA inversible, 37 PANCRO, 27 DIN, 400 ASA.

c) *Estomac.*

Pour l'estomac opéré, le diagnostic télévisé est également irremplaçable. Seule l'analyse, image par image, permet d'étudier une lésion organique dans son contexte physiologique, celui d'un organe souple de tonus variable et animé de mouvements péristaltiques.

— Pour l'estomac non opéré, le téléradiodiagnostic démontre sa supériorité par rapport à l'examen standard dans plusieurs circonstances :

1° Chaque fois qu'un doute est émis au sujet d'une image suspectée de manque de souplesse sur les clichés normaux.

La télévision permet de lever le doute, de confirmer l'organicité ou de mettre en évidence des images jugées suspectes. La petite raideur suspecte devient une lésion organique et d'images en images, flotte rigide sur les ondes péristaltiques qui passent sous elle sans l'entreprendre.

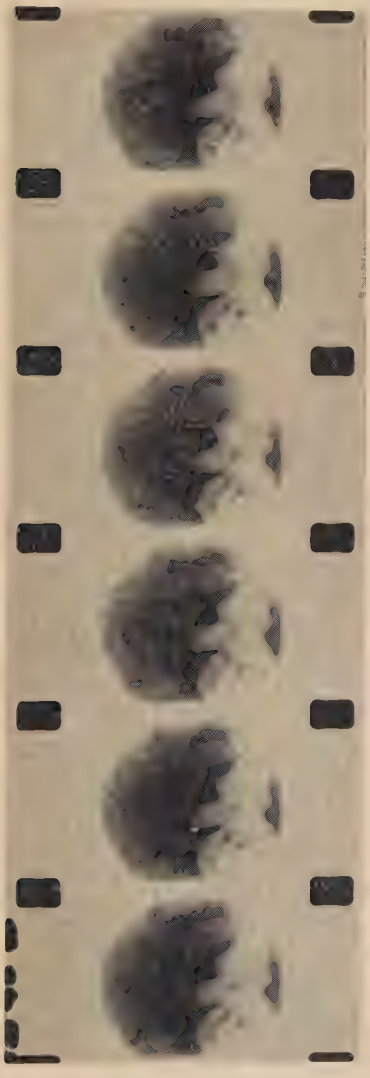
2° Chaque fois qu'une image fugace, donc inconstante sur les clichés standards laisse un doute quant à sa nature et sa localisation :

La télévision permet de fixer sur une courte séquence le moment idéal de la contraction gastrique qui mettra en évidence la lésion « fugace sur les clichés ».

3° Lorsque la clinique et l'histoire de la maladie, en dépit d'examens radiologiques répétés autant qu'infructueux, affirment l'existence d'une lésion organique, la télévision peut saisir avec plus de chances l'image non décelable sur les clichés.

ENREGISTREMENT CINÉMATOGRAPHIQUE SUR KINESCOPE

ESTOMAC



PROCUBITUS

DÉCUBITUS

— CONSTANTES : 3 mA - 110 kV.

— GRILLE : Rapport 10/1 - Focalisée à 90 cm.

— PELLICULE : FERRANIA inversible, 37 PANCRO, 27 DIN, 400 ASA.

d) *Instestin grêle.*

Lors d'un examen du grêle, la prise de clichés toutes les demi-heures, nous donnent que des instantanés sur le transit; la scopie est contre-indiquée en raison de la longueur du temps de passage du bol baryté. La télévision permet au contraire, de suivre l'index baryté tout le long du grêle, surtout si on a fait absorber au malade des sachets de Sorbitol, qui augmentent la rapidité du transit. La prise de plusieurs séquences séparées, quand l'opérateur le juge utile, permet d'obtenir un document dynamique du transit, depuis le jejunum, jusqu'au cœcum.

La Roentgentélévision considérée comme un examen complémentaire par rapport à l'examen standard il y a quatre ans, est devenue actuellement une méthode de routine en radiologie digestive dont les résultats sont indiscutables.

2. Appareil urinaire

L'enregistrement cinématographique des examens de l'appareil urinaire (urographie intraveineuse ou pyélographie) a permis de mettre en évidence la cinématique des différents organes au cours de l'excrétion urinaire et ceci, non seulement dans les cas normaux, mais aussi dans la plupart des syndromes relevant de ce système. Cette étude de la motricité pyélo-urétérale, que l'examen radiographique ne peut réaliser, a un intérêt diagnostic important. En effet, les affections inflammatoires non tuberculeuses ou tuberculeuses, la lithiase, les malformations congénitales s'accompagnent en général de perturbations dans la motricité urétérale pouvant toucher le rythme et la forme de l'ensemble musculaire pyélo-urétéral.

De plus cette technique apporte la possibilité de suivre la rame urinaire après son départ du bassinet qui est le seul moyen de déceler les mouvements rétrogrades; l'étude du reflux a apporté un élément nouveau dans les néphrites interstitielles.

La télévision apporte aussi au chirurgien un procédé de grande valeur dans la surveillance des opérés de l'appareil urinaire. Les indications portent en particulier sur les interventions plastiques en vue d'une restauration anatomique de l'arbre excréteur.

Malgré sa valeur, la roentgentélévision reste le complément de l'examen radiologique habituel pour l'appareil urinaire. Elle apporte de précieux renseignements sur la phy-

siologie de l'excrétion rénale qui peuvent aider dans la recherche du diagnostic, en particulier dans le cas de tuberculose rénale au début, s'accompagnant d'une atteinte urétérale.

3. Appareil génital

L'hystéro-salpingographie est une des indications de la télévision avec radiocinéma. L'enregistrement radiologique des mouvements tubéro-utérins pourrait, à priori, paraître plus ingrat que celui de l'appareil digestif. Cependant, cette fugacité et cette faible amplitude sont précisément un argument en faveur du caractère irremplaçable de la télévision; seule, elle permet de mettre en évidence des phénomènes que la scopie permet à peine de distinguer. D'ailleurs, au cours de l'hystéro-salpingographie classique, on se borne, sans pouvoir toujours suivre de bout en bout l'injection et la progression opaque, à vérifier par petites séquences de scopie de quelques secondes, l'état de réplétion de l'utérus et de ses trompes, à prendre des clichés au moment que l'on juge le plus opportun. L'examen télévisé et radiocinématographique permet l'observation continue, de bout en bout de l'injection de la cavité interne, de la progression tubaire et de l'évacuation.

La définition des images télévisées est actuellement légèrement inférieure à celle d'un bon cliché, mais suffisante pour que cette technique soit utilisée dans le diagnostic d'anomalies morphologiques, « néoplasique » par exemple. L'enregistrement cinématographique d'une hystérographie constitue un document unique tant au point de vue de la morphologie que de la dynamique utéro-tubaire.

4. Voies biliaires

La cholangiographie par voie intraveineuse fait aussi partie du nombre des indications.

La télévision permet de suivre l'opacification des canaux biliaires et de la vésicule, puis après la prise du repas de Boyden-Busson, d'étudier la contractibilité et l'évacuation vésiculaire. Cette technique a été un élément nouveau dans l'étude des « dyskinésies biliaires ».

5. Opacifications vasculaires

La roentgentélévision est devenue indispensable pour de tels examens comme la splénoportographie,

— l'artériographie,
— l'angiographie cérébrale,
— l'aortographie,
— l'angiocardiographie,
— l'angiographie périphérique,

qui nécessitaient la prise de clichés rapides avec un sériographe. La télévision permet avec une grande facilité de suivre l'opacification des artères ou veines.

La scopie télévisée doit être toujours complétée par la prise d'un film.

6. Système nerveux

Les examens qui permettent la visualisation des différentes parties du système nerveux comme l'encéphalographie avec contraste gazeux ou la ventriculographie lipiodolée, ont aussi bénéficié des facilités et de la précision qu'apporte la roentgentélévision dans l'étude diagnostique de la pathologie nerveuse. Ces examens radiologiques, en particulier l'encéphalographie, nécessitaient la prise rapide de clichés sous des incidences différentes et suivant un ordre bien déterminé. Avec la télévision, le contraste des images étant excellents, on peut suivre l'air ou le lipiodol dans les différentes parties du système ventriculaire avec une extrême facilité.

7. Appareil pulmonaire

La scopie pulmonaire télévisée peut être utilisée mais elle n'a d'intérêt que pour examiner une zone précise, hile, région sus- ou sous-claviculaire, base. Sur une image connue, elle permet, en variant l'intensité et la pénétration, d'obtenir des renseignements guidant la recherche étiologique (cancer du poumon). Il y a intérêt à travailler sans grille, faible tension pour le parenchyme, avec grille pour le hile.

La télévision peut être utilisée lors d'une bronchographie lipiodolée. Elle permet d'assister à la descente de la sonde à bout opaque dans la trachée, puis dans la bronche souche; puis à l'opacification du lobe pulmonaire électivement choisi par le praticien. L'examen peut être pratiqué aussi bien de face que sous des incidences obliques et même de profil où le détail et le contraste des images restent excellents.

8. Os et Articulations

Le problème change d'aspect lorsqu'on s'adresse à l'examen radiologique d'un « os » qui est un organe statique. La définition d'une radiographie étant supérieure à celle d'une image télévisée, un cliché de la structure osseuse contiendra un nombre d'informations beaucoup plus importantes que ne peut apporter la télévision. L'examen standard est donc irremplaçable pour le squelette.

Cependant, dans les Centres Anticancéreux, la télévision peut être utilisée pour la recherche systématique des métastases osseuses chez les cancéreux; en particulier K du sein, thyroïde, prostate et poumon. Celle-ci permet de passer en revue tout le squelette du malade, de la tête au pied; sa définition est suffisante pour percevoir les métastases de petites dimensions, surtout si on fait varier le contraste. Cette méthode entraîne une économie de clichés; en effet, combien faut-il de radiographies pour examiner tout le squelette du malade !

La télévision permet aussi d'obtenir avec une extrême facilité les incidences voulues pour les radiographies difficiles, en particulier pour le crâne (sinus, rocher, base) et pour les vertèbres cervicales (atlas, axis).

Enfin, elle permet l'observation des mouvements des articulations et des déplacements de vertèbres.

9. Nourrissons et grossesse

En raison de la dose minime de rayons X mise en jeu par la télévision, il est possible de faire de la scopie sans danger :

— Chez le nourrisson : en particulier pour le diagnostic des malpositions cardio-tubérositaires;

— Chez la femme enceinte, pour le diagnostic de présentation ou de grossesse gemellaire et pour la pelvimétrie.

II. CONTROLE RADIOLOGIQUE

La télévision est particulièrement indiquée pour tout contrôle radiologique qui doit être prolongée et expose le malade et l'opérateur à de sérieux dangers. Nous envisagerons successivement l'utilisation de la radiotélévision pour la :

— radiochirurgie,

— radiothérapie.

A. Radiochirurgie

La pratique de la radiologie classique, en salle d'opération offre bien des difficultés et des risques que nous citerons brièvement :

Radioscopie :

Pratiquée, faute de temps, pour l'accomodation à des intensités excessives donc dangereuses, tant pour le malade que pour le chirurgien et son équipe.

Les risques que le matériel fait courir à l'asepsie.

Enfin, l'incertitude des informations perçues sur l'écran.

Radiographie :

Matériel encombrant si l'on veut une puissance suffisante.

Difficulté du choix des incidences.

Développement et interprétation, source de pertes de temps et de risques opératoires.

— Par ses qualités de base, la roentgentélévision s'annonce comme un appareil précieux offrant la possibilité d'examens radiologiques pré-opératoires sur la base d'une énergie X considérablement moindre qu'en radioscopie conventionnelle, tout en fournissant une image de valeur d'information beaucoup plus grande. La radiotélévisée apporte au chirurgien et à ses assistants la possibilité d'examiner immédiatement l'image et, d'une façon permanente, sans aucun assujettissement à un appareil de lecture.

L'image peut être renversée dans le sens vertical ou horizontal, le chirurgien peut exiger de voir sur l'écran l'organe soumis à l'opération chirurgicale dans la même position où le voient ses yeux.

Pour la roentgentélévision chirurgicale, le problème du statif est important. Ce dernier doit être léger, facilement mobile, parfaitement équilibré, accédant facilement à la table d'opération, de faible encombrement pour laisser la liberté de manœuvre la plus grande à l'équipe chirurgicale. La conception du statif varie suivant son utilisation en radiodiagnostic pré-opératoire dont nous mentionnerons quelques exemples :

1. *Cathétérisme cardiaque*

Cette méthode d'investigation n'est pas nouvelle en elle-même mais servie par l'électronique, elle connaît un grand développement. Elle apporte en chirurgie cardiaque, avant

l'intervention, des renseignements précieux sur les malformations et la capacité fonctionnelle du muscle cardiaque.

Une table spéciale à cathétérisme permettant de faire des examens radiologiques sur le sujet couché est nécessaire.

Sur l'écran de télévision, on suit la progression de l'extrémité du cathéter en polythène, muni de son mandrin métallique opaque aux rayons X. On lui évite ainsi les fausses routes.

La mise en place risque d'être longue, mais l'utilisation d'une énergie X très réduite permet de suivre sans danger d'iradiation, pour le malade et les opérateurs, le déplacement de l'instrument.

2. *Radiomanométrie biliaire*

La télévision est utilisée fréquemment au cours de cholangioscopies intra-opératoires, suivies de cholangiographies. Il est préférable de faire la scopie télévisée d'emblée après l'enregistrement manométrique. Ceci permet de suivre sur l'écran, goutte à goutte, l'injection du produit de contraste. La concordance des données manométriques et radioscopiques assure déjà le diagnostic et il suffira, à titre systématique, de prendre un cliché de contrôle. La radioscopie télévisée ne retarde pas l'intervention, au contraire, elle permet le plus souvent de gagner quelques minutes et des clichés. Cette technique permet de faire un diagnostic précoce des tumeurs vatériennes avant l'ictère; elle est aussi indiquée dans la chirurgie pancréatique.

3. *Traumatologie*

La télévision permet l'examen rapide et complet du sujet sans le déplacer. Cette technique est utilisée :

a) Pendant le traitement opératoire des fractures,

— pour le clouage du col du fémur et du tibia,

— pour l'extension des membres : il est nécessaire de posséder une table adéquate qui donne une extension et une torsion bien définies et permet de faire librement le tour du membre en question avec l'amplificateur pour toutes les positions normales du patient;

b) Pendant la réduction des fractures ou luxations;

c) Pour les contrôles courants des processus de guérison des fractures.

4. *Recherche des corps étrangers*

La scopie télévisée permet facilement et sans danger la localisation des corps étrangers.

5. *Contrôles scopiques*

Lors de l'introduction de sondes, de canules et de cathéters.

B. **Radiothérapie**

Dans ce domaine, la télévision trouve encore des indications en particulier dans le contrôle et la localisation tumorale lors d'une irradiation et aussi dans l'implantation de sources radio-actives en radiothérapie interstitielle :

1. En radiothérapie ou cobalthérapie, il est primordial que la région à irradier se trouve continuellement dans le faisceau de rayons X. Un contrôle radioscopique au cours d'une irradiation est pratiquement impossible car les radiations très dangereuses utilisées interdisent d'approcher le malade.

Habituellement, on procède avant le début du traitement à un repérage précis des tumeurs profondes par des radiographies de face, de profil et par des tomographies. Puis on contrôle l'exactitude du centrage par des clichés effectués soit avec l'aide de l'appareil de radiothérapie, soit avec celle d'un appareil portatif. Ce contrôle long et onéreux ne peut être répété au cours des nombreuses séances du traitement. La télévision est le meilleur moyen de transmettre à distance l'image radioscopique donnée par le faisceau d'irradiation. Elle permet de savoir à tout instant et sans aucun danger pour l'observateur si la tumeur est correctement irradiée. Pour cela, il suffit de placer, à l'opposé de la porte d'entrée des rayons, un amplificateur jumelé avec une caméra de télévision qui transmettrait sur l'écran du récepteur l'image radioscopique des régions traversées. De plus, le centrage en début de traitement serait rendu beaucoup plus facile et plus rapide.

On peut imaginer un service de radiothérapie profonde où un médecin dans une pièce superviserait le malade en faisant alterner l'image radioscopique ou la vue d'ensemble sur l'écran du récepteur; ainsi le moindre mouvement intempestif du malade pourrait être immédiatement aperçu et corrigé par un déplacement de la table télécommandée supportant le patient.

Hellriegel a déjà fait installer à Francfort un système de localisation et de contrôle du faisceau d'irradiation en roentgenthérapie pendulaire par une chaîne de télévision avec table télécommandée.

2. La radiothérapie interstitielle est une excellente indication de la télévision. Le traitement, utilisant l'implantation de sources radio-actives à l'intérieur des tumeurs, permet d'atteindre une répartition régulière de la dose dans le volume tumoral, et une chute immédiate de la dose à l'extérieur de la tumeur. Il est évident que pour cela les sources doivent absolument se trouver à l'emplacement prescrit. C'est là que réside la difficulté car après leur implantation les aiguilles ne sont plus visibles, ce qui rend leur position très imprécise.

La télévision permet au radiologue de surveiller, dans les conditions normales de lumière, ces sources durant l'implantation et de les déplacer immédiatement jusqu'à ce qu'elles occupent une position correcte.

Cette nouvelle méthode de travail peut très bien produire un renversement de situation dans le domaine de l'implantation, ce qui permettrait de prendre à cette technique un essor considérable.

Plus encore que dans le cas des préparations en aiguilles, la télévision sera extrêmement précieuse dans les implantations de sources de très faibles dimensions, comme les seeds de radon ou grains d'or, surtout lorsqu'il s'agit de travailler en des endroits difficiles a atteindre; par exemple l'hypophysectomie, nouvelle technique du traitement du cancer du sein à un stade avancé. La destruction de l'hypophyse est obtenue par implantation très exacte à l'intérieur de la cavité hypophysaire de petites sources d'yttrium 30 au moyen d'une canule dont le trajet est contrôlé par la télévision après perforation du sphénoïde.

III. ENSEIGNEMENT

On conçoit aisément la facilité considérable que cette méthode apporte au point de vue pédagogique. La télévision est le moyen le plus direct d'enseigner la radiologie.

La scopie classique ne permet qu'à deux médecins tout au plus de pouvoir distinguer les images et il est impossible de faire un enseignement.

La lecture des clichés est importante; elle apprend la structure des lésions, mais elle ne reste qu'un document

statique n'apportant que peu de renseignements sur la physiologie et la cinétique des organes.

La radio-cinématographie y ajoute le mouvement et les troubles fonctionnels mais ces examens restent froids, comme la lecture de tout document.

La radioscopie télévisée devient, dans l'enseignement, un examen vivant parce que le malade est là, derrière l'écran et qu'avec ces élèves, le radiologiste part à la recherche de lésions qu'il ignore, qu'il soupçonne peut-être. C'est ensemble, étudiants et professeur, qu'ils feront la découverte de la lésion organique; c'est ensemble qu'ils verront enfin les différentes manœuvres qu'il faut exécuter pour extérioriser ces lésions qui risquent de passer inaperçues.

Il est plus instructif de vivre un examen radiologique que d'écouter un exposé ou de lire un article, si bien construits fussent-ils.

Cette « radioscopie collective » qu'est la télévision, avec sa large bande passante et la possibilité qu'elle offre de la diffuser en multipliant le nombre de récepteurs, permet d'informer un large auditoire et apporte une aide appréciable à la diffusion des connaissances nécessaires à l'exercice d'une discipline en perpétuelle extension.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES D'AVENIR

A l'heure actuelle, grâce aux progrès de l'électronique, la roentgentélévision est sortie du domaine expérimental pour entrer dans la pratique du radiodiagnostic.

Ainsi, vinvt-cinq ans se sont à peine écoulés depuis la prophétie du physicien radiologiste DESSAUER, prononcée au Congrès de Radiologie de Vienne en 1936, laquelle annonçait la télévision radiologique qui est maintenant devenue une réalité et a cessé d'être une curiosité réservée aux grands spectacles d'occasion.

La télévision a permis de résoudre le double problème de la vision crépusculaire et des doses, qui étaient les deux principaux handicaps de la radioscopie conventionnelle.

Elle a fait sortir l'image radioscopique de son domaine crépusculaire; l'examen se déroule maintenant en salle éclairée, sans besoin de période d'adaptation. Les faibles intensités utilisées pour obtenir une image télévisée entraînent une importante diminution des doses reçues par le malade durant l'examen; ce qui permet de faire de la scopie continue sans danger pour ce dernier. La télécommande, permettant de tout faire à distance, met le radiologue à l'abri total des radiations.

Par la valeur et les qualités de l'image télévisée, on peut affirmer que la roentgentélévision a pris une place prépondérante dans le diagnostic radiologique.

Elle permet l'étude de la cinématique et de la physiologie des organes; elle peut mettre en évidence les troubles fonctionnels que provoque une lésion organique.

Son indication majeure est l'étude diagnostique des viscères creux à contractions lentes ou rapides et en particulier celle du tube digestif.

Il suffit de citer CHÉRIGIÉ pour exprimer ce que nous a apporté le téléradiodiagnostic en pathologie digestive.

« L'examen radioscopique qui, au cours de ces dernières années et avec juste raison, avait été de plus en plus critiqué, reprend actuellement tous ses droits.

« Il tend même à devenir l'acte primordial de l'examen radiologique. Les renseignements qu'il nous donne ont une telle valeur que le film ou le cliché ne sont plus indispensables, et qu'ils servent de document de contrôle pour le médecin ou le malade lui-même. C'est devant l'écran de télévision que se fait le diagnostic. »

La télévision offre d'autres possibilités au radiologue :

— Elle est la meilleure technique pour suivre l'injection du produit de contraste dans les examens comme la myélographie, sphénoportographie, angiographie, artériographie, cholangiographie, ventriculographie;

— Elle a transformé la radiologie pré et per-opératoire; le chirurgien peut observer ou il le désire et sans danger d'irradiation, l'image radioscopique du champ opératoire;

— Elle se révèle comme un moyen inégalable pour enseigner la radiologie. A la discussion des documents gelés que sont les films ou clichés radiographiques, elle substitue la primauté du contact immédiat du malade et sa présence réelle;

— Les possibilités de la roentgentélévision en radiodiagnostic, sont à l'heure actuelle, limitée par la définition de l'image télévisée qui est inférieure à celle d'un cliché.

La radiographie normale reste indispensable pour tous les examens ou la finesse de la structure et les petites variations de détails ont une importance primordiale, en particulier pour la radiologie osseuse.

Aussi, nous concluerons avec modération.

La télévision, bien que constituant une exploration physiologique irremplaçable et ayant une exceptionnelle valeur diagnostique en matière digestive, ne saurait se substituer à l'examen standard; elle constitue un complément de qualité, mais un complément seulement.

— Les progrès de l'électronique nous font entrevoir des perspectives magnifiques, mais nous ne devons pas nous laisser entraîner trop vite.

Il est possible que l'augmentation de la sensibilité des prochains tubes analyseurs aboutissent à une réduction plus importante de la dose X. Les générateurs portatifs deviendront suffisants pour permettre une téléradiophoto qui pourra se substituer au cliché; mais il faudra une meilleure définition de l'image télévisée que l'on ne pourra obtenir qu'avec l'amélioration du pouvoir de résolution de l'amplificateur.

La formule de l'avenir se trouve dans l'enregistrement des images de télévisuoroscopie sur bande magnétique. Ce mode d'inscription simultanée des signaux visuels et auditifs, véritable photographie électronique de sons et de lumière, évitera les défauts inhérents aux films par le kinescope. Il nous épargnera ainsi l'attente prolongée du développement.

La roentgentélévision et ses techniques dérivées auront une incidence prépondérante dans l'évolution des méthodes de radiodiagnostic. Sa généralisation dans les centres hospitaliers va transformer les données d'utilisation établies jusqu'alors. Des mesures urgentes s'imposent en regard du proche avenir; un service de radiologie moderne doit être central groupant des appareils complexes et très onéreux, que seuls les spécialistes savent faire fonctionner correctement.

Il ne fait aucun doute que les installations présentes subiront encore bien des modifications selon le rythme du progrès général de la télévision.

Mais, d'ores et déjà, on peut prévoir un avenir plein de promesses à cette remarquable application de l'électronique.

Une chose est certaine :

« Le radiodiagnostic des temps prochains sera télévisé; l'ère de la lumière en radiologie à déjà commencé. »

Lu et approuvé :

P. Marquès.

Vu, le Doyen.

Pour le Doyen, l'Assesseur :

R. Cadenat.

Vu et permis d'imprimer.

Toulouse, le 10 octobre 1961.

Le Recteur,

Président du Conseil de l'Université :

Paul Dottin.

BIBLIOGRAPHIE

Astley (R.). — Cine radiography with an image amplifier : a pratical technique. *British Journal of Radiology,* vol. 28, n° 32, april 1955.

Chérigié et M^me^ Pradel-Raynal. — Dosimétrie en radiocinéma. *Annales de Radiologie,* t. I, n^os^ 7-8, année 1958, p. 569.

Chérigié, M^me^ Pradel-Raynal, Tavernier et Ménardeau. — Etude radiocinématographique du diverticule de Zenker. *Annales de Radiologie,* vol. I, 1958, n^os^ 11-12, pp. 797-819.

Chérigié. — La télévision technique actuelle de Radiodiagnostic. *Annales de Radiologie,* vol. III, n^os^ 5-6, 1960, p. 279.

Chérigié, Tavernier et M^me^ Pradel-Raynal. — Scopie télévisée télécommandée, enregistrement kinescopique. *Annales de Radiologie,* vol. III, n^os^ 5-6, 1960, p. 394.

Chérigié et Jutras (A.). — Téléradiodiagnostic en pathologie digestive. *Ann. de Radiol.,* vol. IV, n° 7, 1961, p. 503.

Coltman (J. W.). — The scintillation limit in fluoroscopy. *Radiology,* vol. 63, n° 6, december 1954.

Corrion (R.). — La télévision radiologique de concours médical, n° 52, déc. 1958, pp. 5611-5615.

Dauvilliers. — Solutions nouvelles aux problèmes de la radioscopie, de la radiographie, de la radiocinématographie. Bulletins et Mémoires de la Société de Radiologie médicale de France, n° 137, 1927, p. 111.

Desgrez et Noix. — Les amplificateurs de brillance. Leur intérêt en radiologie. *Journal de Radiologie et d'Electro.,* t. 38, année 1957, p. 696.

Destriau (G.) et Destriau (P.). — Electroluminescence, électrophotoluminescence et perspectives d'avenir en radiologie. *Annales de Radiologie,* 1958, t. I, n^os^ 11-12, pp. 767-787.

Dethier et Draps. — Télévision sur A et B en radiothérapie. Société Belge de Radiologie, avril 1959.

Dijan (A.). — Radioscopie télévisée (séance de la Société de Rhumatologie, déc. 1955. *Revue du Rhumatlogue,* 1956, p. 879.

Dijan (A.), Minot (G.) et Calop (R.). — Ampli-télé-cinéradiographie. *Journ. de Radiol. et d'Electro.,* t. 39. n° 3, 1958, pp. 227-229.

Dijan, Calop, Puchot et Benmussa. — *Journ. de Radiol. et d'Electrol.,* t. 40, n°s 3-4, 1959, p. 158.

Dijan (A.). — Les solutions successives du problème de la radiocinématographie. *Presse médicale,* avr. 1959, n° 21, pp. 875-876.

Dollman (G.) et Mattsson. — The role of the crico pharyngeal muscle in cases of lypopharyngeal diverticula. A cine roentgen genographie study. *American journ. Roentgonol.,* 1959, t. 81, pp. 561-569.

Ennuyer et Guenot. — Télévision et Radiothérapie. *Presse médicale,* 64, n° 16, fév. 1956, p. 365.

Fey, Truchot et Noix. — Etude de la motricité pyélo-urétérale et des cystoïdes urinaires. *Journ. de Radiol. et d'Electro.,* t. 38, 1957, p. 449.

— Etude radiocinématographique de l'uretère normal et pathologique. *Journ. de Radiol. et d'Electro.,* 39, 1958, p. 328.

Hellriegel. — Localisation tumorale à l'aide de l'amplificateur de brillance et la télévision. *Strahlenthérapie,* t. III, 1960, p. 468.

Hodges et Skaggs (L. S.). — Amplification électronique de l'image radioscopique. *The American Journ. of Roent. and Radiotherapy,* vol. 66, n° 5, 1951, p. 705.

Janker. — Fernsehen in der Roentgendiagnostik. *Roentgen Blatter,* avr. 1956, Jahrgang, Heft 4, pp. 1-10.

— Weitere Forschritte des Roentgen fernsehens. *Roentgen Blatter,* juin 1957, 10 Jahrgang, Heft 6, pp. 174-179.

- Die praktische und wissenschaftliche. Venvendung der elektronischen Bildverstarkung und der Roentgenfernschens. *Fortschritt uf dern Gebiete der Roentgenstrahlen,* avr. 1958, Band 88, Heft 4, pp. 377-385.

Jutras. — Radiodiagnostic des temps prochains. *Annales de Radiol.,* 1959, n°s 7-8, p. 523.

Lallemand. — Les possibilités actuelles d'observation des écrans radiologiques par les méthodes électroniques. *Journ. de Radiol. et d'Electr.,* t. 32, n°s 9-10, 1951, p. 799.

Legrez et Schmidt. — Que peut-on espérer de la Roentgentélévision. *Journ. de Rad. et d'Electr.*, t. 40, n°s 3-4, 1959, p. 264.

Luster (B. L.) and Miller (E. R.). — Progress in cine roentgenography. *American journ. of Roentgenology*, vol. 75, n° 1, january 1956.

Mainguet et Marsico. — Indications de la Radiocinématographie au cours du dépistage radiologique des affections gastriques. *Annales de Radiol.*, vol. 1, n° 1, 1958, pp. 91-101.

— Etude radiocinématographique des sténoses organiques du bas-œsophage. *Annales de Radiol.*, 1959, t. 2, n°s 3-4, pp. 249-264.

Mallet-Guy et Jacquement. — Radioscopie per-opératoire télévisée des voies biliaires. *Arch. des Maladies de l'app. digestif*, 46, n°s 7-8, juillet 1957, pp. 690-701.

— Radioscopie télévisée des voies biliaires. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, 39, n° 11, 1958, p. 766.

Malvoisin. — Effacement des images fixes en Radiologie. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, 41, n° 10, 1960, p. 624.

Manchette. — Un nouvel amplificateur de luminance à écran de 17 cm. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, t. 41, 1960, p. 101.

Moon (R. S.). — Amplifying and intensifying, the fluoroscopie image by means of a scanning X-Ray tube. *Science*, n° 112, 1950, pp. 389-395.

Noix. — Radiocinématographie en 16 mm. Communication du 16 mai 1955. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, 36, n°s 11-12, 1955, p. 942.

Noix et Crovella. — Téléradio-diagnostic électronique. Problèmes janvier-février 1956.

Noix. — Technique Radiocinématographique. Sensitométrie et optique. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, t. 37, année 1956, p. 485.

— Radiocinématographie viscérale. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, 37, n°s 5-6, 1956, p. 461.

— L'amplificateur d'images radioscopiques, son application à la traumatologie. Cahiers de traumatologie pratique, Paris, n° 35, février 1957, pp. 5-11.

- Radiocinématographie et téléradiologie. Académie de Médecine. Prix Infroit, 1er mars 1958.

— Radiocénématographie en 16 mm. Acta Iberia Radiologica, vol. 12, n° 40, 1958, pp. 153-196.

— La téléradioscopie, son application à la photographie et au cinémaradiologique. *Presse médicale,* 66, n° 90, 1958, pp. 153-196.

— La téléradi ologie au cabinet du médecin. *Bull. Soc. Médic.,* Paris, n° 7, sept. 1959.

— La radiocinématographie à champs variables. *Journ. de Radiol. et d'Electr.,* t. 40, 1959, p. 402.

— La télévision radiologique, son développement en France. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.,* 41, n° 10, 1960, p. 584.

Pons. — Le problème des doses en radiodiagnostic. *Journ. de Radiol. et d'Electr.,* t. 40, 1959, p. 199.

Porcher. — Etat actuel de la radiocinématographie. *Journ. de Radiol. et d'Electr.,* t. 36, 1955, p. 794.

— Perspectives nouvelles offertes en radiodiagnostic par la radiocinématographie. *Journal belge de Radiol.,* 1956.

— Valeur diagnostique des images isolées d'un film radiocinématographique. *Semaine des Hôpitaux de Paris,* sept. 1957.

Proux, Oury (F.) et Nahum (H.). — Etude radiocinématographique des mouvements de l'utérus et des trompes. *Annales de Radiol.,* 1961, t. n° 4, n°s 3-4, pp. 199-210.

Reboul et Valentin. — Le problème de la radioscopie à grande brillance. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.,* t. 33, année 1952, p. 589.

Reboul, Delorme (G.), Tavernier (J.) et Geindre (M.). — Doses gonades résultant de l'utilisation des radiations ionisantes en France. Radiodiagnostic. *Annales de Radiol.,* t. 2, n°s 3-4, pp. 179-196. *Radioscopie,* 1960, t. 3, livre 1-2, pp. 86-99.

Ritter, Warren et Pender-Grass. — Doses reçues au cours des examens radiologiques. *Radiologie,* vol. 59, n° 2, 1952, pp. 238-251.

Russel, Morgan (M.) et Sturm. — Amplificateur des images radioscopiques du Johns Hopkins. *Radiology,* vol. 57, n° 4, 1951, p. 556.

Russel et Morgan. — Clinical potentialities of sreen intersifying systems. *Journ. of Roentg.,* vol. 62, n° 5, année 1959, p. 635.

Serpantié, Carlot, Bonnet et Bolze. — Utilisation systématique en radiodiagnostic digestif de la Roentgen-ciné-télévision. *Journ. de Rad. et d'Electrol.,* t. 42, n° 5, p. 271.

Schmidt. — Transmission à distance des images radioscopiques *Roentgen-télévision Revue,* Metalix, 1959, n° 24, p. 15.

STURN et MORGAN. — Screen intensification systems and their limitations. *Ann. Journ. of Radiol.*, vol. 62, 1949, pp. 617-634.

TEVES (M. C.) and TOL (T.). — Electronic intensification of fluoroscopie images. *Philips technical Review*, vol. 14, n° 2, august. 1952.

TEVES et TOL. — Renforcement électronique d'images radioscopiques. *Revue Techn. Philips*, 14 juillet 1952, pp. 1-11.

TEVES, TOL, OOSTERKAMP, LANG et WARMOLTZ. — Application du renforcateur d'images radioscopiques. *Rev. Techn. Philips*, t. 17, n° 2, août 1955, pp. 37-76.

TEVES. — The application of the X-Ray image intensifier. *Philips Techn. Review*, vol. 17, année 1955, n° 3, pp. 69-100.

TRUCHOT, CHÉRIGIÉ, NOIX et FOURNIER. — Téléradioscopie électronique. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, t. 37, n°s 3-4, 1956, pp. 202-204.

TRUCHOT et FOURNIER. — Perspectives d'avenir de la radiologie indirecte avec amplificateur de la luminance des images radiologiques. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, t. 38, année 1957, p. 362.

TRUCHOT, NOIX et FABRE. — Téléradioscopie électronique sans amplificateur de brillance. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, t. 39, année 1958, p. 325.

TRUCHOT, NOIX, BODSON (M^lle^) et FOURNIER (J. J.). — Equipement universel de Roentgen-télévision utilisant un système optique à fins multiples adaptable aux tubes renforçateurs d'images radiologiques. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, t. 40, année 1959, p. 407.

TRUCHOT, BODSON et FOURNIER. — Accroissement du champ des amplificateurs de luminance, tube français de 16 et 22 cm de diamètre. *Journ. de Rad. et d'Electr.*, t. 41, année 1960, n°s 6-7, p. 390.

VIALLET, SENDRA, COMBE et AUBRY. — Appoint de la cinéangiocardiographie élargie dans le diagnostic des affections mitrales. *Journ. de Radiol. et d'Electrol.*, t. 38, 1957, p. 369.

WIEDENMANN et LEUCHS. — Encéphalographie am. Bild. wandler. *Acta Radio Stockholm*, 1958, t. 50, n°s 1-2, pp. 39-47.

ZWORYKIN, RAMBERG et FLORY. — Television in Science and Industry.